



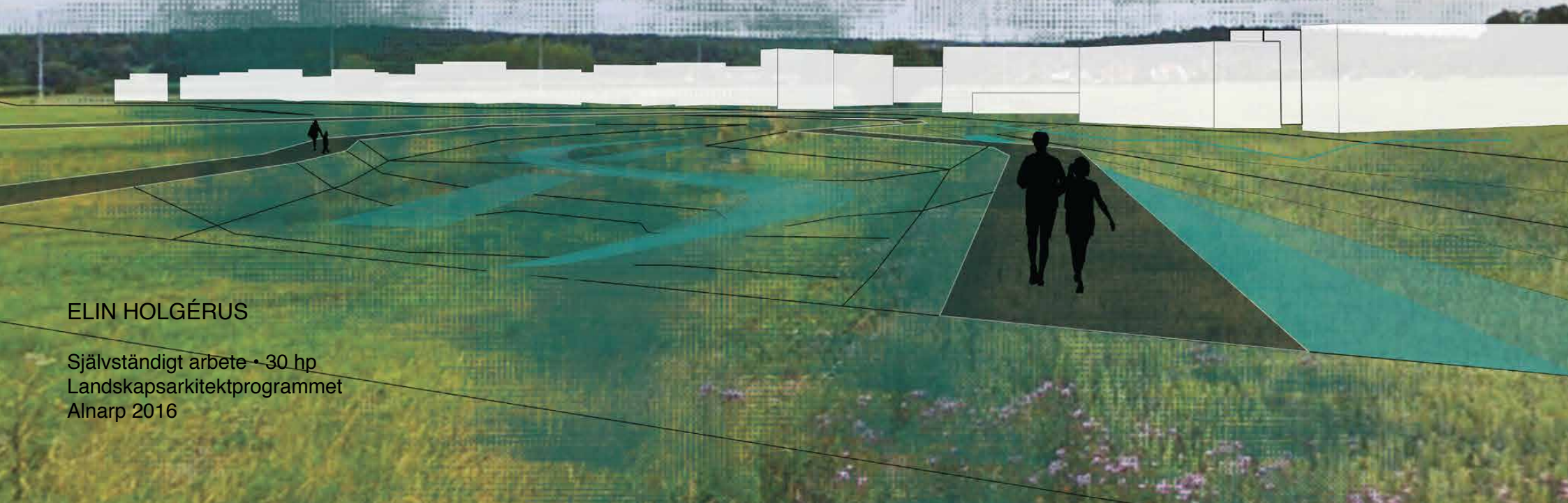
Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och
växtproduktionsvetenskap

UTVECKLING OCH DESIGN AV BLÅ-GRÖNA STRUKTURER I ETT DYNAMISKT LANDSKAP **- Hur kan norra Sunnersta utvecklas med, och för, anpassning till landskapets förändringar?**

ELIN HOLGÉRUS

Självständigt arbete • 30 hp
Landskapsarkitekturprogrammet
Alnarp 2016



Utveckling och design av blå-gröna strukturer i ett dynamiskt landskap

- Hur kan norra Sunnersta utvecklas med, och för, anpassning till landskapets förändringar?

Developing and designing blue-green structures in a dynamic landscape

-how north Sunnersta can develop by, and for, adaptation to the changing landscape?

ELIN HOLGÉRUS

Handledare: GUNILLA LINDHOLM, SLU, Institutionen för stad och land, landskapsarkitektur

Examinator: INGRID SARLÖV-HERLIN, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Bitr examinator: CHRISTINE HAALAND, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: A2E

Kurstitel: Master Project in Landscape Architecture

Kurskod: EX0775

Ämne: Landskapsarkitektur

Program: Landskapsarkitektprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2016

Omslagsbild: Elin Holgérus

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

NYCKELORD:

Dagvatten, dagvattenhantering, vegetation, blå-gröna strukturer, klimatanpassning, dynamik, planering, dimensionering, design

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning



FÖRORD

Detta arbete har skrivits i kursen Master of landscape architecture 2015/2016. Det har varit ett spännande, utmanande och mycket lärorikt arbete som jag kommer ta med mig framöver i mitt yrkesliv. Det är ett vitt och brett ämne som i allra högsta grad är under utveckling vilket både försvårat processen men också gett en extra dimension till sökandet och utforskandet av fältet.

Jag har många att tacka för hjälp att utföra arbetet. Först och främst Sweco i Uppsala genom vilka jag startade processen och vägledades en bra bit på vägen. Tack till min handledare Gunilla Lindholm som hjälpt mig ro i land arbetet till slut när jag knappt trodde det var möjligt.

Tack till Jesper, Åsa och Johan för att ni bidrog med kunskap och kloka tankar när jag fastnat i processen.

Tack till Johanna och Linnea som varit bundsförvanter på resan och bidragit med stöttning och pepp.

Tack till Alexander, familj och vänner som trott på mig genom arbetets toppar och dalar.

Ett extra stort tack till Hanna, Johanna, Linnea och Elina som hjälpt mig korrekturläsa.

TACK!

Elin Holgérus



Göteborg
2016-03-09

SAMMANDRAG:

Arbetet med att klimatanpassa ses allt mer som en möjlighet att förgröna, försköna och utveckla stad och land på sätt som skapar mångfunktionella, tilltalande miljöer där vatten och vegetation samspelar med sociala värden. Genom en fördjupad studie i arbetsprocessen för dagvattenhantering tar jag reda på hur jag som landskapsarkitekt kan förstå problemställningen, arbeta med dagvattenhantering, bidra med mina perspektiv och integrera både blå, gröna och röda värden genom planering och gestaltning. Med syfte att fördjupa min kunskap om planering och design av dagvattensystem och blå-gröna strukturer arbetar jag med ett befintligt projekt för Sweco i Uppsala. Här utarbetar jag grunden till ett gestaltningsförslag för dagvattenhantering i ett framtida bostadsområde och ger förslag på utveckling och design av ett anslutande blå-grönt stråk.

ABSTRACT:

Adapting to climate change is more and more seen as a chance for improvement, provide urban greening and develop appealing multifunctional environments by adding water and vegetation. By studying the working process of sustainable urban drainage systems I explore the potential for me as a landscape architect within the field, what ways I can work with drainage systems and with which tools. Also it is important to explore what my perspective can bring to SUDS-projects and how that can be used to integrate blue, green and red values through planning and design. With the aim to deepen my knowledge in SUDS, blue-green structures and components I look towards north Sunnersta in Uppsala, Sweden, where I try to apply the methods learnt through my working process. Here I lay the ground for a design proposal for sustainable urban drainage systems in a future residential area and suggest a proposal for development and design of an adjoint blue-green path.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD			
SAMMANDRAG & ABSTRACT			
INNEHÅLLSFÖRTECKNING			
INLEDNING			
BAKGRUND	s.1		
MÅL	s.1		
SYFTE	s.1		
METOD	s.2		
AVGRÄNSNINGAR	s.2		
LÄSANVISNING	s.2		
BEGREPPSDEFINITIONER	s.3		
DEL 1: INTERDISCIPLINÄRT RAMVERK	s.4		
1.1. Landskap i förändring - ett förändrat klimat	s.5		
1.1.1. Global klimatiförändring	s.5		
1.1.2. Nationell klimatiförändring	s.6		
1.1.3. Regional/lokal klimatiförändring	s.6		
1.1.4. Klimatplanering	s.7		
1.1.5. Att ta med till Sunnerstaprojektet	s.8		
1.2. VATTEN I LANDSKAPET	s.9		
1.2.1. Förändrat landskap	s.9		
1.2.2. Det torrlagda landskapet	s.9		
1.2.3. Det begränsade landskapet	s.9		
1.2.4. Det hårdgjorda landskapet	s.10		
1.2.5. Det nutida landskapet	s.10		
1.2.6. Det framtida landskapet	s.10		
1.2.7. Att ta med till Sunnerstaprojektet	s.11		
1.3. OMORIENTERING	s.12		
1.3.1. Från politik till design	s.12		
1.3.2. Från teori (och filosofi) till design	s.13		
1.3.3. Att ta med till Sunnerstaprojektet	s.14		
1.4. BLÅ-GRÖNA ELEMENT OCH STRUKTURER	s.15		
1.4.1. Introduktion	s.15		
1.4.2. Planering för blå-gröna strukturer och klimatanpassning med inspiration från Köpenhamn	s.16		
1.5. VATTEN	s.17		
1.5.1. Vattnets skalor och lager i landskapet	s.17		
1.5.2. Vattnets kretslopp	s.19		
1.5.3. Vattenbalans i landskapet	s.20		
1.5.4. Vattenbalans i urbana landskap	s.20		
1.5.5. Dagvattenlösningar	s.21		
1.5.6. Öppna dagvattenlösningar	s.21		
1.5.7. Dimensionering och utformning av öppna dagvattenlösningar	s.21		
1.5.8. Dagvattenkoncept och komponenter i dagvattenkedjan	s.23		
1.5.9. Att ta med till Sunnerstaprojektet	s.24		
1.6. MJUKA LANDSKAP	s.25		
1.6.1. Gradientlandskap och regnterränger	s.25		
1.6.1.1. Naturliga vattenlandskap	s.25		
1.6.1.2. Mark och jordsammansättning	s.26		
1.6.1.3. Regnbäddar	s.27		
1.6.2. Grönstruktur och växter i dagvattenhanteringen	s.28		
1.6.2.1. Växternas funktion i dagvattenhanteringen	s.28		
1.6.2.2. Växter och vattenkvantiteter	s.28		
1.6.2.3. Träd och dagvatten	s.28		
1.6.2.4. Växtval för varierande vattentillgång	s.29		
1.6.2.5. Växtval för våtmarker och dammar med permanent vatten	s.30		
1.6.2.6. Växtval för bäckrummet	s.30		
1.6.2.7. Växtval för regnträdgård i urban miljö	s.30		
1.6.2.8. Gröna tak	s.31		
1.6.3. Att ta med till Sunnerstaprojektet	s.32		
1.7. DESIGN FÖR DYNAMIK - UTVECKLING AV BÄCKLÖSABÄCKEN	s.33		
1.7.1. Design av vattendrag	s.33		
1.7.2. Göra rum för vatten	s.33		
1.7.2.1. Temporär flödesfluktuation	s.33		
1.7.2.2. Morfodynamiska processer	s.34		
1.7.2.3. Begränsande processer	s.36		
1.7.3. Vattennära landskap mellan kontroll och dynamik	s.37		
1.7.4. Göra plats för vatten	s.38		

DEL 2: DAGVATTENHANTERING I NORRA SUNNERSTA	s.39	2.5.2. Struktur	s.64	4. REFERENSER	s.102
2.1. Kontext - att förstå norra Sunnersta	s.40	2.5.3. Koncept	s.65	4.1. Tryckta källor	s.102
2.1.1. Introduktion till norra Sunnersta	s.40	2.5.4. Strategisk skyfallsplan	s.66	4.2. Elektroniska källor	s.102
2.1.2. Historisk kontext	s.41	2.5.5. Grön-blå strukturplan för norra Sunnersta	s.67	4.3. Opublicerat material	s.104
2.1.3. Bebyggelsestrukturer	s.42	2.6. DIMENSIONERING & DESIGN	s.71	4.4. Muntliga källor	s.104
2.1.4. Natur	s.42	2.6.1. Dimensionering av dagvattensystem	s.71	4.5. Föreläsningar	s.104
2.1.5. Landskapsanalys	s.42	2.6.1.1. Lokalisering och dimensionering av dagvattensystem i norra Sunnersta	s.71	4.6. Kartor	s.104
2.1.6. Kommunikationer	s.43	2.6.2. Dimensioneringsuträkning dammar	s.73	4.7. Figurer	s.105
2.1.7. Stadsdelsanalys	s.44	2.6.3. Design av dagvattendammar	s.74		
2.1.8. Inventeringskartor	s.45	2.6.3.1. Design av fördröjnings- och reningsdammar	s.75		
2.2. PLANER	s.47	2.6.3.2. Daldammen	s.76		
2.2.1. Södra staden	s.47	2.6.3.3. Ravindammen	s.78		
2.2.2. Grönstruktur	s.47	2.6.3.4. Nya bäckdiket	s.80		
2.2.3. Norra Sunnersta	s.48	2.6.4. Dimensioneringsuträkning bostadsgård	s.83		
2.2.4. Att ta med till Sunnerstaprojektet	s.48	2.6.5. Design av regnbädd & fuktbiotop på bostadsgård	s.84		
2.2.5. Riktlinjer för dagvatten	s.49	2.6.5.1. Övergripande strategi	s.85		
2.3. DAGVATTENUTREDNING	s.50	2.6.5.2. Regnbädd	s.87		
2.3.1. Området idag	s.50	2.7. UTVECKLING AV BÄCKLÖSABÄCKEN	s.89		
2.3.1.1. Topografi och avrinningsvägar	s.50	2.7.1. Design för vatten	s.89		
2.3.1.2. Skydd av Uppsalas vattentäkt	s.50	2.7.2. Rum för vatten	s.90		
2.3.1.3. Markförhållanden	s.50	2.7.3. Konceptform Bäcklösa bäckrum	s.91		
2.3.1.4. Grundvattenrecipient	s.51	2.7.4. Plats för vatten	s.92		
2.3.1.5. Ytvattenrecipient	s.51	2.8. VÄXTLISTA	s.94		
2.3.2. Förutsättningar för dagvattenhantering i Uppsala	s.51	3. SLUTSATS, DISKUSSION & REFLEKTION	s.97		
2.3.3. Dagvattenutredning för Södra staden	s.51	3.1. Slutsats	s.97		
2.3.4. Bäcklösabäcken	s.53	3.2. Diskussion och reflektion	s.98		
2.3.5. Att ta med till Sunnerstaprojektet	s.53	3.2.1. Tillvägagångssätt	s.98		
2.3.6. Underlagskartor dagvattenutredning	s.55	3.2.2. Processens växlande skalor	s.99		
2.4. INVENTERINGS- & ANALYSKARTOR	s.55	3.2.3. Design för flexibilitet och ovisshet	s.99		
2.4.1. Stadsskala	s.57	3.2.4. Landskapsarkitektens roll	s.100		
2.4.2. Lokal skala	s.58	3.2.5. Reflektion kring gestaltningen	s.101		
2.5. DAGVATTENHANTERING - ARBETSPROCESS	s.63	3.2.6. Växtval för regnbäddar	s.101		
2.5.1. Analys	s.63				

INLEDNING

Utveckling och design av blå-gröna strukturer i ett dynamiskt landskap

-Hur kan norra Sunnersta utvecklas med, och för, anpassning till landskapets förändringar?

BAKGRUND:

Hösten 2013 spenderade jag på Köpenhamns universitet där jag läste kursen Urban ecosystems: structures, functions and design. Det var första gången jag fick fördjupa mig i planering och design av ekosystem i staden som anpassning till klimatförändringar, där fokus låg på vatten som både utmaning och resurs. Därefter har jag flera gånger stött på liknande frågeställningar och vad jag än läst om och arbetat med dyker diskussionen kring synen på människa, natur och landskap i förändring upp. Detta gäller speciellt klimatförändringar, både gällande högre havsnivåer och ökad och mer intensiv nederbörd. Ofta handlar det om synen på naturens förändring som ett hot, hotet om att naturen tar från oss människor eller slår tillbaka mot människan. Denna retorik får det att låta som om vi är under attack och måste försvara oss vilket också ofta leder till att vi bygger murar att gömma oss bakom istället för att försöka lära oss mer om naturens dynamik, lär oss anpassa oss därefter och tar del av fördelarna detta ger.

Den naturliga vattencykeln bryts när vi bygger våra städer allt tätare och mer hårdgjorda vilket som konsekvens leder till att ekosystemen inte fungerar som de ska. Regnvatten hindras att infiltreras i marken utan leds istället bort i rör vilket gör att det förhindras att bidra till en behaglig livsmiljö åt växter och djur i stadsmiljön. I stället blir miljön torr, varm och sämre rustad att klara av förändringar och extremtillstånd som temperaturoppgångar och stora mängder nederbörd. För att undvika detta kan vi utforma det urbana landskapet så att vatten förutom att ledas till "rätt" plats för att undvika översvämning också ges möjlighet att uppehållas och fördröjas på sätt som tillåter vattnets cykel att slutas och ger positiva effekter för miljön, exempelvis i kombination med vegetation. Detta ger möjlighet till en förbättrad miljö och ökat välbefinnande genom rekreation, bullerdämpning, förbättrat lokalklimat, sammanhängande grönstrukturer, ökad biodiversitet, bättre vatten-, jord- och luftkvalitet, ökat fastighetsvärde och undslappna

kostnader för vattenskador, etc. Som landskapsarkitekt har jag möjlighet att utforma varierade och multifunktionella stadsmiljöer där vatten är en resurs och ett nyckelelement i stadsstrukturen.

På en konferens om klimatanpassning i Stockholm hösten 2014 träffade jag Irina Persson som är hydrolog på Sweco i Stockholm. Jag och fick genom henne kontakt med Sweco i Uppsala som gav mig möjlighet att fördjupa mig i ett befintligt projekt gällande utbyggnaden av ett större bostadsområde i norra Sunnersta i Uppsala som både är relevant och intressant ur ett stadsutvecklingsperspektiv. Området ligger i den sydligaste delen av staden med angränsning till Ultuna i norr, Bäcklösa natur 2000-område i väster och Fyris Årike i öster. Det är också en del av Dag Hammarskjölds stråk som i kommunens översiktsplan (ÖP) från 2010 pekas ut som ett utvecklingsområde för att möta stadens tillväxt. Stråket är förhållandevis centralt och innehåller natur- och jordbruksmark med kvaliteter för rekreation och landskapsbild, men utgör också barriär mellan flera stadsdelar. Det ligger i ett band av universitetsverksamheter och andra institutioner som, enligt kommunen, bör kopplas samman genom tät stadsbebyggelse och parker. Norra Sunnersta benämns som särskilt viktigt för sammankopplingen mellan Sunnersta-Ultuna-Gottsunda vilket föreslås kunna ske genom anläggandet av en ny stadsdelspark. På uppdrag av beställaren för projektet, Uppsala Akademiförvaltning, har Sweco presenterat en förstudie för stadsplanekontoret i Uppsala i vilken även ett angränsande grönområde med ett större dike, Bäcklösadiket, ingår.

Examensarbetet baseras på detta uppdrag men inkluderar även ett tillägg i form av förslag för dagvattenhantering med anslutning till Fyrisån samt hur Bäcklösadiket kan utvecklas till ett blå-grönt stråk vilket initierats av min önskan att fördjupa mig i denna typ av frågeställning. Intresset för dagvatten-

hantering är något som delas av flera på Sweco i Uppsala delar och är även stort inom kommunen som önskar utveckla och implementera detta framöver. I ÖP 2010 förespråkas att ett helhetsgrepp på dagvattenfrågorna ska göras i ett särskilt program vilket i skrivande stund (januari 2015) nyligen publicerats i form av Dagvattenprogram för Uppsala kommun.

Swecos projekt norra Sunnersta befinner sig vid examensarbetets start VT15 i väntan på beslut om godkännandehandling för fördjupat översiktsprogram och strategiskt program, vilket är beräknat till sommaren 2015. Då norra Sunnersta ännu är i ett tidigt planeringsskede ges jag i projektet stor möjlighet att beakta klimatanpassning och system för dagvattenhantering utan större begränsningar. Förändringarna norra Sunnersta genomgår som hanteras i examensarbetet avgränsas till funktion och markanvändning, då platsen går från åkermark till bostadsområde och stadsdelspark, samt klimatförändringar. Många intressen och värden finns kring norra Sunnersta och förhoppningen är att Bäcklösastråket genom god planering och gestaltning kan erbjuda en mängd funktioner och användningar som kan bilda en söm där människor och natur möts.

MÅL:

Målet med detta examensarbete är att göra ett gestaltungs-förslag för dagvattenhantering i ett planerat bostadsområde i norra Sunnersta, Uppsala, samt förslag på utveckling och design av ett anslutande blå-grönt stråk.

SYFTE:

Syftet med projektet är att fördjupa min kunskap om planering och design av dagvattensystem och blå-gröna strukturer genom att arbeta med ett befintligt projekt för Sweco, Uppsala.

Frågeställning:

Hur kan norra Sunnersta utvecklas med och för landskapets förändringar?

Hur kan ett dagvattensystem se ut i norra Sunnersta?

Hur kan ett dike i området utvecklas till ett mångfunktionellt blå-grönt stråk?

Förhoppningsvis kan arbetet bidra till att inspirera landskapsarkitekter, planerare, kommuner, företag, fastighetsägare och andra intresserade att arbeta mer med blå-grön klimatanpassning och vatten i landskapet.

METOD:

Arbetsprocessen har utgjorts av två spår som influerat och kompletterat varandra, en teknisk del och en litteraturstudie med vidare perspektiv på vatten i landskap i kulturhistoriskt, biologiskt, socialt perspektiv samt dagvattenhantering och växters- och landskapsformers roll i denna. Studiernas syfte har varit att ge mig ett översiktligt perspektiv över ämnet samt kunskap att genomföra gestaltungsförslaget snarare än att redovisa en kunskapsöversikt över allt inom ämnet. Detta gör att jag i arbetsprocessen växlat perspektiv mellan små och stora skalor om vartannat för att få grepp om hur de hänger samman. Den tekniska studien inkluderar att jag varit deltagande observatör på ett tekniskt företag, Sweco i Uppsala. På företaget fick jag hjälp med tillvägagångssättet för dagvattenprocessens tidiga steg (inventering-underlag-analys-tillvägagångssätt samt dimensionering av dagvattensystem). Detta skedde i samtal med hydrologen Irina Persson, och landskapsarkitekten Marianne Wahlström, samt genom Kristina Ekholm på Uppsala Vatten och Avfall AB. Vatten- och miljökonsulten Philip Karlsson, har hjälpt mig ta fram analyser nödvändiga för processen genom ArcGIS och dimensionera för projektområdets dagvattensystem i StormTac.

Delen som rör projektområdet norra Sunnersta består av en process som går från analys mot design där kunskap om vatten och teknik implementeras i projektområdet genom landskapsarkitektur. Tiden tillät dock inte formgivning som ett skapande moment i någon högre grad. Dels hade processen inte kommit så långt i projektet och dels kom fokus att hamna på de tekniska funktionerna. Jag ser mina designförslag som

test som kan fungera vattenmässigt och som i ett senare skede kan tas vid och utvecklas i takt med områdets projektering.

Val av fördjupade delar för dagvattenhantering i området har baserats på önskemål från Sweco, dvs. Bäcklösabäckens utformning, renings- och fördröjningsdammar och en bostadsgård.

För inspiration gällande arbetsprocess och gestaltning har jag tittat på projekt där man arbetat med öppna vattenlösningar i landskapet på olika sätt, exempelvis genom Köpenhamns kommuns klimatanpassningsplan men även danska landskapsarkitektkontoren SLA, Schönherr och Ramböll, samt kinesiska Turenscape och tyska Atelier Dreiseitl. Jag har även använt föreläsningmaterial från tidigare kurser inom min utbildning inom växtlära, vegetationsbyggnad, dagvattenhantering och –planering. Viktiga källor inte minst för gestaltning av dagvattenkomponenter, regnbäddsupbyggnad och växtval i de olika anläggningarna kommer från studentarbeten inom landskapsarkitektur- och landskapsinjenjörsprogrammen på SLU Alnarp och Ultuna.

Gestaltningen har utförts genom att bearbeta underlagsmaterial i AutoCAD, rita 3D modell i SketchUp för att förstå rumsligheten i gestaltningarna, illustrera i Adobe Illustrator och Photoshop samt och sammanställa material i InDesign.

AVGRÄNSNINGAR:

Inom ramarna för arbetet har det inte funnits tid att gå in på varje delområde i norra Sunnersta och inte heller i någon fullständig design-eller projekteringsnivå. Ett visst mått av tekniska perspektiv beaktas men vad gäller dagvattenrening så beaktas det endast övergripande i dagvattendammarna vad gäller design och i växtval för detta ändamål. Det röda (sociala) lagret har funnit med tankemäs-

sigt i processen men inte bearbetats i större detalj i litteraturstudien eller designen.

Arbetet beaktar urban och semi-urban kontext mellan ett framtida bostadsområde och ett anslutande parkstråk och är geografiskt avgränsat till norra Sunnersta i Uppsala.

LÄSANVISNINGAR:

För läsbarhetens skull presenteras arbetet i fyra delar.

Den första delen är en fördjupande del som utgör ett interdisciplinärt ramverk för arbetet. Här behandlas teorier och kunskap om vatten i landskap, hydrologi, planering, utveckling, design av blå-gröna strukturer och komponenter för dagvattenhantering samt mjuka landskap och växter i dagvattenhantering och vattenlandskap.

Den andra delen berör projektområdet och beskriver området, platsens förutsättningar och förutsättningar för planering och gestaltning av dagvattenhantering i området. Sammanställning och analyser från denna bit redovisas och utgör grunden för en presenterad dagvattenprocess till gestaltungsförslagen.

Den tredje delen presenterar gestaltungsförslagen i form av en situationsplan, en strategisk skyfallsplan för norra Sunnersta, en utvecklingsstrategi för Bäcklösa bäckrum, tre dagvattendammar, regnbäddar och fuktbiotoper på en bostadsgård i området.

I den avslutande delen görs en reflektion kring arbetsprocessen och resultatet utifrån frågeställningarna.

BEGREPPSDEFINITIONER:

Avrinningsområde: Det område som avvattnas i samma vattendrag. Området avgränsas av topografin som skapar vattendelare gentemot andra avrinningsområden. (SMHI, Online, *avrinningsområde*)

Avrinningskedja: Stahres (2004) begrepp med betydelsen den kedja av dagvattenkomponenter som leder vattnet från där det faller till recipienten. Dagvattenkedjan Dunnitt & Clayden (2007) förespråkar består av fyra komponenter innehållande olika tekniker för att hantera vattnet i dagvattensystemet: förhindra, fördröja, hålla och transportera avrinning från genom avrinningsområdet till recipienten. Kedjan är att den är sammankopplad av flera enheter, och ju fler enheter den består av desto starkare blir kedjan.

Biotop: "Hemvist, boendemiljö, ekologisk term för ett område som kan beskrivas med hjälp av kemiska och fysikaliska faktorer samt vilken vegetationstyp som dominerar i området. Biotopen är den yttre värld i vilken ett visst växt- eller djursamhälle hör hemma, och det är biotopens egenskaper som bestämmer vilket samhälle som kommer att finnas där" (Nationalencyklopedin, Online, *biotop*).

Dagvatten: ytavrinnande regn-, spol- och smältvatten som rinner på hårdgjorda ytor, via diken eller ledningar till recipienter eller reningsverk (Länsstyrelsen Norrbotten, Online, *dagvatten*).

Dricksvattenförekomst: Yt- eller grundvattenförekomst som används eller kan användas för dricksvattenförsörjning (Länsstyrelsen Norrbotten, Online).

Evaporation: Process där vatten går från flytande till gasform (Florgård & Palm, 1980).

Evapotranspiration: Summan av processerna evaporation, transpiration och interception (Florgård & Palm, 1980).

Grundvatten: Allt vatten som finns under markytan i den mättade zonen, där det inte finns någon luft mellan jordpartiklarna (Länsstyrelsen Norrbotten, Online, *grundvatten*).

Hydrologiska processer: Processer som har med vattnets rörelse och kretslopp att göra (Länsstyrelsen Norrbotten, Online, *hydrologiska processer*).

Infiltration: Process då nederbördsvatten tränger ner i marken istället för att avrinna (Florgård & Palm, 1980).

Interception: Process där nederbördsvatten fångas upp av vegetation och andra föremål och inte rinner ner i marken utan avdunstar (Florgård & Palm, 1980).

Perkolatation: Process då vatten i marken rör sig nedåt i markprofilen (Florgård & Palm, 1980).

Recipient: mottagare, exempelvis sjö eller vattendrag som tar emot ("är recipient för") exempelvis vatten från ett visst avrinningsområde (Länsstyrelsen Norrbotten, Online, *recipient*).

Resiliens: Förmågan hos ett ekosystem att möta olika förändringar som till exempel föroreningar. Kan den inte återgå till sitt normala tillstånd, om den förlorar sin resiliens efter förändringen kan ekosystemet drabbas av kollaps (Länsstyrelsen Norrbotten, Online, *resiliens*).

Transpiration: Process där växten tar upp vatten från marken och skickar ut i luften som vattenånga (Florgård & Palm, 1980).

Ytvatten: Sjö, vattendrag eller hav (Länsstyrelsen Norrbotten, Online, *ytvatten*).

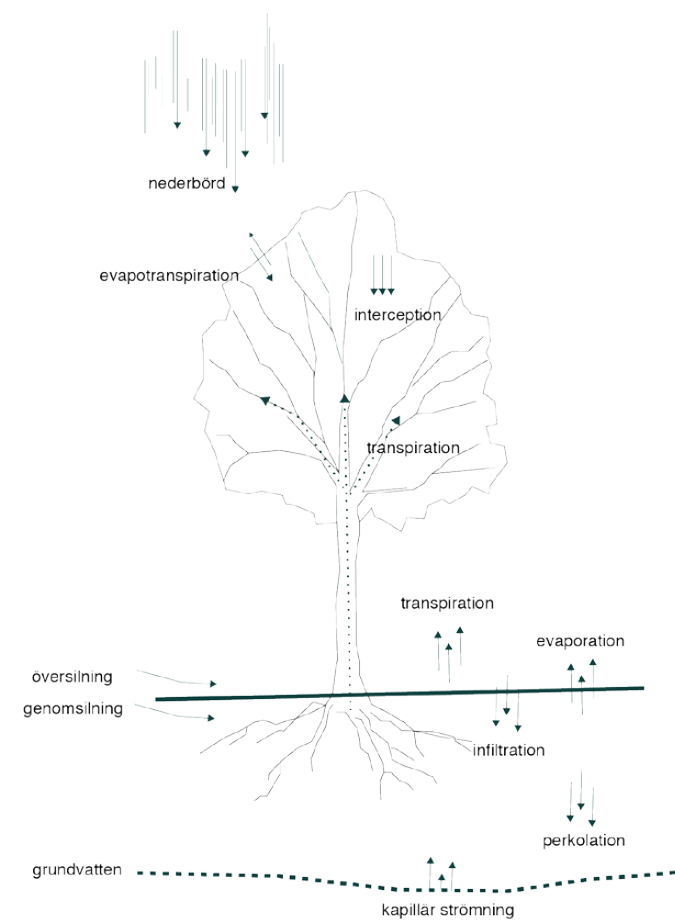


Illustration över hydrologiska processer.
Av författaren efter Florgård & Palm (1980, s.11).

DEL 1. INTERDISCIPLINÄRT RAMVERK

Projektet satt i större kontext

Detta kapitel är till för att visa projektet i en större kontext, ur tidsligt och rumsligt perspektiv och fungerar som ett interdisciplinärt ramverk. Den är en hjälp att förstå vilka förändringar som format projektområdet som det ser ut idag och hur det kan komma att se ut framöver. Materialet i detta kapitel har fungerat som en bakgrund till utformningen av gestaltungs-förslagen och kan ge läsaren mer kunskap om de bakomliggande tankar som format projektet.

Del 1.1 Landskap i förändring - Ett förändrat klimat sätter norra Sunnerstas väntade klimatologiska förändringar och utmaningar i globalt till lokalt perspektiv.

Del 1.2 Vatten i landskapet- människan och vattenlandskapet, en föränderlig historia förklarar hur och varför vattnets utbredning i landskapet har förändrats de senaste 200 åren och vilka konsekvenser förändringen medfört.

Del 1.3 Omorientering

Vänder blicken mot möjligheter nya synsätt i arbetet med vattenlandskap.

1.4 Blå-gröna element och strukturer

Redogör för komponenter och verktyg för blågrön planering.

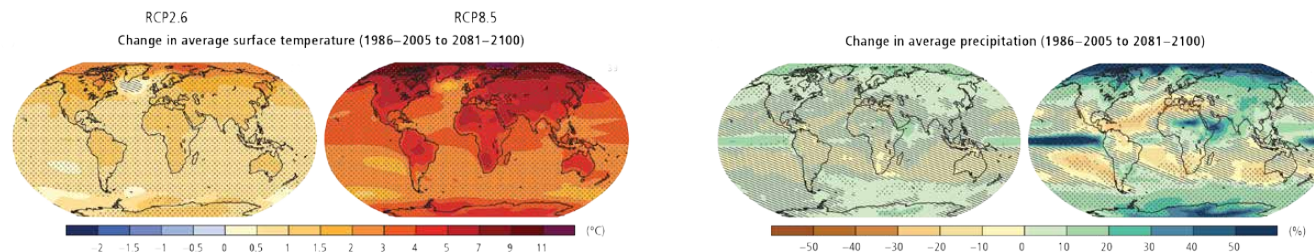
1.5 Vatten

Vatten i landskap behandlar hur vattnet fungerar naturligt i landskapet, vattnets kretslopp, vattenbalans i landskap, vattenbalans i urbana landskap och dagvattenlösningar.

1.6 Mjuka landskap utforskar vilka byggstenar landskapsarkitekten kan arbeta med för vatten i landskapet.

1.7 Design för dynamik - Teori Urbana vattendrag förklarar vattnets på landskapet omformande krafter och hur vi kan forma landskapet för vatten.

1.1. LANDSKAP I FÖRÄNDRING - ETT FÖRÄNDRAT KLIMAT



Figur 2. Kartor över framtida temperaturer och nederbörd baserat på olika klimatscenarier (IPCC, 2014).

1.1.1. GLOBAL KLIMATFÖRÄNDRING

FNs klimatpanel, IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change), bedömer i sina rapporter vetenskaplig, teknisk och socio-ekonomisk information för att ge relevant förståelse för den av människan orsakade klimatförändringen. IPCC skriver i sin femte rapport (2014) att mängden av människan orsakade utsläpp av växthusgaser ökat sedan förindustriell tid främst genom en ekonomisk- och befolkningsmässig tillväxt. Effekterna av växthusgasernas atmosfäriska koncentrationer tillsammans med människorelaterade drivkrafter har uppmärksammats i klimatsystemet och uppskattas extremt sannolikt vara den främsta orsaken till den globala uppvärmningen sedan 1950-talet (IPCC, 2014, s.4). I december 2015, togs i Paris vad som kallas ett historiskt beslut gällande åtgärder för att minska klimatförändringarna. Det rättsligt bindande avtalet innebär att världens länder har en gemensam plan för att minska klimatutsläppen. Avtalet slår fast att den globala temperaturökningen ska hållas väl under 2 grader med en strävan att begränsa den till 1,5 grader. Länderna ska också successivt skärpa sina åtaganden (Regeringen, Online). Även om det av människor orsakade utsläppen av växthusgaser stoppas så kommer dock befintliga växthusgaser i atmosfären och den globala uppvärmningen ge effekter på många aspekter av klimatsystemet för en mycket lång tid framöver (IPCC, 2014, s.16).

Det förändrade klimatet för med sig en mängd konsekvenser på naturliga och mänskliga system över hela världen. De naturliga systemen inkluderar fysiska och

biologiska system, där de fysiska inkluderar förändringar av glaciärer, snö, is och permafrost, floder, sjöar och vattendrag, torka och översvämning samt erosion av kustkanter och höjda havsnivåer. Förändringar för biologiska system handlar om landbaserade och marina ekosystem inklusive bränder. För mänskliga och förvaldade system handlar förändringarna om förutsättningar för uppehälle och levnad (eng. livelihood förf. anm.), livsmedelsproduktion, hälsa och ekonomi (IPCC, 2014).

IPCC (2014) menar att risken för klimatförändringarnas konsekvenser kan minskas med anpassningsåtgärder men att dess effektivitet kan vara begränsad beroende på klimatförändringarnas skiftande magnitud och hastighet. Långsiktiga perspektiv i en kontext av hållbar utveckling ökar sannolikheten att mer direkta anpassningsåtgärder förbättrar både beredskap och möjligheter framöver. Anpassningen kan bidra med ökat välmående för befolkningen och säkrad tillgång och förvaltning av ekosystemrelaterade varor, funktioner och tjänster både idag och i framtiden. Anpassningen är specifik och beror av plats och kontext och det första steget mot anpassning för framtida klimatförändringar är att minska sårbarheten och exponeringen för befintliga klimatvariationer. En integration av anpassning och planering, inklusive skapandet av förhållningssätt, riktlinjer och beslutsfattande kan främja synergier med utveckling och minska risken för framtida katastrofer. Att bygga in anpassningskapacitet är väsentligt för att välja och implementera anpassningen på ett effektivt sätt. Lokal och traditionell kunskap och praktik, inklu-

sive holistiska perspektiv på samhälle och miljö, är en stor resurs för anpassningen till klimatförändringar. Att integrera en sådan kunskap med existerande praxis ökar anpassningens effektivitet. Det finns betydande mervärden, synergier, och utbyten mellan arbetet att förmildra och anpassa till klimatförändringarna och mellan olika anpassningssätt. Interaktioner finns både inom och mellan regioner. Ökade ansträngningar att förmildra och anpassa till klimatförändringar innebär en ökad komplexitet mellan interaktioner, speciellt kring skärningspunkterna (intersections) mellan vatten, energi, markanvändning och biodiversitet, men verktygen för att förstå och hantera dessa interaktioner är begränsade (IPCC, 2014).

Illustrationerna i figur 2 kommer från IPCCs femte syntesrapport (2014) och visar en jämförelse mellan tidigare och framtida globala förändringar i temperatur och nederbörd baserat på olika framtidsscenarier. På bilderna går det att avläsa att en ökad medeltemperatur väntas i vår del av världen och samtidigt en ökad nederbördsmängd.

I detta arbete kommer jag primärt arbeta med en ökad nederbördsmängd och närliggande vattenrelaterade problemställningar kring klimatförändringar och klimatanpassning.

1.1.2. NATIONELL KLIMATFÖRÄNDRING

Enligt Nationellt kunskapscentrum för klimatanpassning vid SMHI (Klimatanpassning, Online) förväntas nederbörden över Sverige under det närmaste seklet öka med 0 - 40 %. I ännu högre grad än för temperaturen gäller att variationerna är stora mellan olika år och olika decennier. Nederbördsökningen är störst under vintern. Under sommaren förväntas Sydsverige få minskad nederbörd medan förändringarna ser ut att bli små (möjligen en liten ökning) i den norra delen av landet. Detta innebär en ökad avrinning med 5 - 25 % i Sverige som helhet, men med stora regionala skillnader. Snöförhållandena beror både på vinternederbörden och på temperaturen. Snösäsongen blir därför kortare och det maximala snötäcket tunnare, trots ökad vinternederbörd. Vattentillgången beräknas öka i stort sett i hela Sverige med undantag för de sydöstra delarna av landet. Vattenföringens årsrytm förändras så att vintrarna blir mer instabila med ökande vattenflöden (Klimatanpassning, Online).

Resultat från klimatberäkningar pekar på att skyfallen i Sverige blir allt vanligare i ett varmare klimat. Vi kan förvänta oss att skyfallen kommer att inträffa oftare och att intensiteten kommer att öka. Det finns stora lokala och regionala skillnader i hur frekvensen av tillfällen med kraftig nederbörd förändras. Intensiteten hos kraftiga regn sommartid beräknas generellt öka med 10-15% i Sverige fram mot slutet av sekelskiftet. Spridningen mellan olika scenarier är dock mycket stor (från oförändrad regnintensitet till en ökning med mer än 40%). Regnintensiteten för så kallade 10-årsregn,

som i genomsnitt återkommer vart tionde år, med varaktigheten 10 min, 1 timme och 1 dygn tros öka med omkring 10%. I linje med detta förväntas återkomsttiden för ett 20-årsregn i Sverige minska under sommaren till 6-10 år och för vintern ända ner till 2-4 år. Då jämförs perioden 1961-1990 med 2071-2100 (Klimatanpassning, Online).

1.1.3. REGIONAL/LOKAL KLIMATFÖRÄNDRING

Länsstyrelsen i Uppsala län tar fram Risk- och sårbarhetsanalyser för Uppsala län. I rapporten från 2013 framgår att befolkningsmängden i Uppsala län förväntas öka med 30-40 % fram till år 2050 och med 70-80 % till år 2100. Detta innebär att påfrestningen på de olika samhällssystemen kommer att öka. Samtidigt som vi ska undvika att bygga på vissa känsliga områden när klimatet ändras så måste bostadsmarknaden utvidgas för att ha möjlighet att möta den befolkningsökning som länet står inför. Nya områden och system som exploateras för att klara av en ökad befolkningsmängd ger en möjlighet att från början arbeta med klimatanpassade åtgärder (Länsstyrelsen, 2013, Online).

Länsstyrelsen i Uppsala arbetar med att anpassa samhället till ett förändrat klimat. Det är ett långsiktigt arbete med fokus på att undvika att bygga in oss i strukturer som blir sårbara i ett förändrat klimat. Det är särskilt viktigt när det gäller samhällsviktiga verksamheter som ligger inom sårbara områden redan idag och som kan bli ännu mer utsatta i ett förändrat klimat (2013, Online).

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) klimatanalys av Uppsala län från 2013 visar följande förväntade klimatförändringar

- Succesiv ökning av årsmedeltemperaturen förväntas en 4-gradig ökning av årsmedeltemperaturen till slutet av seklet, där den största ökningen kommer att ske vintertid med uppemot en 6 gradig ökning av vintermedeltemperatur.
- Årsmedelnederbörden förväntas öka succesivt och mot slutet ligger ökningen på i medeltal på 20 % i förhållande till referensperioden 1961-1990. Den tydligaste ökningen av nederbörd är vintertid.
- En ökning av kraftiga regn är att vänta, framförallt korttidsregn med återkomsttid på 1 år där ökningen ligger på 20-30 % mot slutet av seklet.
- Vattenföringen i åarna förändras och går generellt mot högre vinterflöden och mot lägre vår- och sommarflöden. Det syns ingen tydlig förändring av 100-årsflöden förutom en marginell minskning i vissa av åarna.
- Snötäcket förväntas minska radikalt i länet, från ca 100 dagar idag ner till 20 dagar i slutet av seklet.
- Medel havsvattenståndet längs upplandskusten förväntas öka med 28 cm till slutet av seklet, med antagandet att det sker en global höjning av havsnivån på 1 meter. Ett havsvattenstånd med återkomsttid på 10 år idag motsvarar ungefär ett havsvattenstånd med återkomsttid på 2 år i slutet av seklet.
- Den mikrobiologiska hotbilden mot dricksvattentäkter har börjat förändras i och med att klimatet förändras. Mer nederbörd och högre temperaturer ger en

förhöjd risk att föroreningar som kommer ut i vattnet sprids snabbare och mer frekvent. Kvaliteten på vattnet kan också förändras mer permanent om vi får ökade humushalter, algblomning och förorening från mikroorganismer. I kustområden ökar risken för inträngning av saltvatten i brunnar med en högre medelvattenyta på havet i kombination med torrare somrar.

Mer nederbörd och högre temperaturer ger en förhöjd risk att föroreningar som kommer ut i vattnet sprids snabbare och mer frekvent. Kvaliteten på vattnet kan också förändras mer permanent om vi får ökade humushalter, algblomning och förorening från mikroorganismer. I kustområden ökar risken för inträngning av saltvatten i brunnar med en högre medelvattenyta på havet i kombination med torrare somrar.

- Dagvatten- och avloppssystemen kommer att påverkas vid en ökning av kraftig nederbörd. Många av de system som finns i länet idag är underdimensionerade och får problem vid stora regnmängder.
- Infrastruktur som väg, järnväg, data- och telekommunikationer, kan påverkas om dessa ligger i känsliga och sårbara områden redan idag, och då främst i form av översvämningsproblematik, både pluviala och fluviala (Länsstyrelsen, 2013, Online).

1.1.4. KLIMATPLANERING

Vid planering av bebyggelse och VA-försörjning i ett förändrat klimat, skriver Svenskt vatten (2011, s.16), branschorganisationen för vattentjänstföretag i Sverige, att den största utmaningen gäller ökade nederbörds-mängder och stigande nivåer i hav, sjöar och vattendrag, vilket kommer påverka avloppssystemet både genom att större flöden av dagvatten kommer belasta systemet och att recipientnivåerna kommer att höjas. Dagvattenplaneringen ska utföras så man vet hur dag- och dränvatten ska hanteras både inom ett planområde och de områden som gränsar till det aktuella planområdet. Uppströms områden kan tillföra planområdet stora mängder dag- och dränvatten, och områden nedströms kan tidvis belastas med ökad avrinning (Svenskt vatten, 2011,s.5).

För att säkerställa en hållbar dagvattenhantering med hänsyn till framtida klimatförändringar är det många aspekter som behöver beaktas.

Bland annat:

- Fastställa högsta vattenstånd idag och bedömda framtida vattennivåer
 - Förebyggande åtgärder i framtida bebyggelseområden
 - Åtgärder mot höjda vattennivåer i hav, vattendrag och sjöar inom befintliga områden.
 - Åtgärder inom befintliga avloppsnät
 - Säkerställda översvämningståligt byggande vid nybyggnation
 - Säkerställa vattnets roll i planprocessen och skapa bättre beslutsunderlag (Svenskt Vatten, 2011, s.16).
- Den svåraste utmaningen är att säkra upp den befintli-

ga bebyggelsen och infrastrukturen då de yttre ramarna, som planering och höjdsättning, redan är givna. Samhällena kläms från två håll:

Nedifrån genom stigande vattennivåer. En grundläggande förutsättning för avvattnings är att dagvatten med självfall kan rinna ner mot recipienten, som kan vara en sjö eller bäck. När vattennivån i en recipient höjs för mycket leder det till översvämnings som i värsta fall kan drabba bebyggelsen. Ovanifrån genom extrema regn, vilka kommer att bli fler framöver. Vi förväntar oss även ett ändrat regnmönster med mer nederbörd på vinterhalvåret då avdunstningen är liten och växternas upptagningsförmåga av vatten är låg. Långa regn kan göra att marken blir mättad med påföljd att större vattenmängder än vanligt rinner ut i sjöar och vattendrag (Svenskt vatten, 2014, s.10).

Vad gäller översvämningskarteringar av vattendrag så har MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) genomfört översiktliga översvämningskarteringar för ett stort antal vattendrag i Sverige. Bäcklösabäcken är dock inte klassificerad som vattendrag och därför inte karterad. Däremot finns en översvämningskartering för Fyrisån i vilken Bäcklösabäcken mynnar vilket påverkar avrinningen på detta sätt. Enligt karteringen är den befintliga våtmarken som sluter an Bäcklösabäcken till Fyrisån översvämmad vid högsta vattennivån (se Översvämningskartering på s.61) vilket även skulle påverka avrinningen Bäcklösa som vid dessa tillfällen kan stoppas upp och svämma över uppströms.

1.1.5. ATT TA MED TILL SUNNERSTAPROJEKTET: GLOBALT:

- Det förändrade klimatet ger konsekvenser för naturliga och mänskliga system över hela världen och kommer göra så en lång tid framöver.
- Ökade medeltemperaturer och förändrade nederbördsmonster gäller globalt sett. I vissa delar av världen väntas mer, och i andra mindre, nederbörd.
- Att förmildra och anpassa till klimatförändringar nu minskar risken för framtida katastrofer. För det uppmannas en integration av anpassning och planering via synergier, långsiktighet och holistiska synsätt.

NATIONELLT:

- 0 - 40 % ökad nederbörd i Sverige
- Nederbördsökningen är störst under vintern. Under sommaren förväntas nederbörden minska i sydsverige medan förändringarna ser ut att bli små i norra delen av landet, eventuellt ökar de lite.
- Fler skyfall och ökad regnintensitet väntas.

REGIONALT/LOKALT:

- Många av länets system är idag underdimensionerade och behöver anpassas för att kunna hantera större påfrestningar
- Det förväntas en fortsatt efterfrågan på ny bebyggelse. Att bygga med anpassning till klimatförändringar direkt är mer hållbart och mindre kostsamt på sikt
- Undersök risk för översvämning och placera bebyggelse och viktig infrastruktur efter detta
- Rätt placering och rätt dimensionering av dagvatten-systemen.

- Vattnet kommer från två håll, i form av nederbörd uppifrån och höjda nivåer i recipienter som större åar och vattendrag nedifrån.
- Ökat vattenstånd och förändrad vattenförling i åar som går mot högre vinterflöden och mot lägre vår- och sommarflöden.
- Temperaturen väntas öka mellan 4-6 grader till år 2100
- Årsmedelnederbörden väntas öka succesivt mot 20 % och tydligaste ökningen av nederbörd är vintertid.
- Kraftiga regn är att vänta, framförallt korttidsregn med återkomsttid på 1 år, +20-30 % mot slutet av seklet.

1.2. VATTEN I LANDSKAPET

- Människan och vattenlandskapet,
en föränderlig historia

1.2.1.FÖRÄNDRAT LANDSKAP

Prominski et al ger i River. Space. Design. Planning Strategies, Methods and Projects for Urban Rivers (2011) i en historisk beskrivning läsaren en möjlighet att förstå hur människans attityd gentemot naturen avspeglas i vår relation till vattnet och hur vi väljer att angripa, bemöta och bemästra vattnets dynamiska krafter. Författarna menar att nästan alla våra städer och urbana kulturella rum vuxit upp på flodbankar och stränder och att både dess utveckling och dess invånares välbefinnande berättar en historia om relationen med vatten och att människans formgivning av vattenlandskap är grunden för våra kulturer (Prominski et al., 2011, s.5).

1.2.2. DET TORRLAGDA LANDSKAPET

Många av människan orsakade förändringar i vattenlandskapet har gått ut på att ta bort variation och förhindra förändring i landskapet (Naturvårdsverket & Fiskeriverket, 2008, s.8, kap 2). Naturvårdsverkets publikation *Ekologisk restaurering av vattendrag* (2008) är framtaget som idébank för arbetet med att restaurera Sveriges vatten. De redogör bland annat för hur en stor del av de svenska våtmarkerna förändrats och försvunnit i takt med att människan sedan medeltiden dikat ut landskapet för odling då utdikning av nyodlingsmark var en förutsättning för möta en växande befolkning och möjliggöra en agrar utveckling. I jordbrukslandskapet började man efterhand (från ca 1840) att kulvertera diken, så kallad täckdikning, för att få större sammanhängande åkerarealer (Naturvårdsverket & Fiskeriverket 2008 s.12. kap 2). Utdikningen medför stora förluster av närsalter och sediment till ytvatten, speciellt som

skyddszoner utmed diken och vattendrag saknas eller är för små, marken dräneras snabbt och landskapet blir torrare. I Sverige antas 25 % av våtmarkerna ha dikats ut, en siffra som i vissa jordbruksområden kan gå upp till 90 %. I boken "Utdikad civilisation" skriver Wolf (1956) om hur ett statligt stöd till markavvattning och utdikning skadat vattenlandskapet bland annat med följden av extremt snabb avrinning och översvämningar nedströms. Den totala längden av öppna vattendrag har minskat från 32 mil i början av 1800-talet till 20 mil idag (Naturvårdsverket & Fiskeriverket 2008 s.2, kap 5).

1.2.3. DET BEGRÄNSADE LANDSKAPET

Prominski et al. (2011) skriver att de tid- och rumsliga processerna som utspelar sig i ett naturligt vattendrag kan utgöra en skrämmande utmaning för att använda vattenrummet för mänsklig bosättning. Flodbäddens okontrollerade förändringar och det utrymme som är lämpligt för vattendrag med höga flöden kan utgöra en fara för det bosatta och brukade kulturlandskapet. Detta har utmanat människor att testa sina formgivande krafter som "härskare" över naturen mot vattendragens dynamik och att sätta gränser för vattendragens processer. De olika sorter och skalor av processbegränsningar människor satt på vattendragens dynamik har hur som helst förändrats genom tiderna. I förindustriell tid modifierades vattendrag typiskt genom småskaliga åtgärder för att begränsa processerna starkt präglat av vattendragens dynamik i olika typer av landskapsrum baserat på nära kännedom om det specifika vattendragets egenskaper.

På medeltiden skedde mindre omdirigeringar och fördämningar av vattendrag för att mätta en kvarn eller

skapa försvarsstrukturer. Diken och vallar konstruerades och meanderzoner modifierades för att leda bort vatten från riskområden. På Rhenfloden uppstod på 1100-talet ett helt utbud av uttryck för att beskriva de olika typerna av huvud- och underordnade flodgrenar, öar, smala bäckar, korvsjöar och olika former av strandängar längs den strandnära korridoren (eng. riparian corridor) med ett differentierat vokabulär (Prominski et al., 2011, s.29) vilket tyder på i vilken strukturmässig mångfald vatten fanns i landskapet på denna tid (förf. anm.).

Prominski et al. (2011) menar att det var under industrialiseringen som vattendragens processer började begränsas i helt nya dimensioner för både skala och hållbarhet. Längs med hela floders sträckning tvingades vattendrag in i hårda, kontinuerliga strukturer genom att försluta och säkra flodbankar med vallar och förstärkningar och flodbäddar med vågbrytare, dämmen och bottentrösklar. Förändringarna av processernas begränsningar ledde till dramatiska skiften i flodernas dynamik: på grund av snabbare vattenflöden drabbades flodbankar och flodbäddar markant av erosion vilket resulterade i att floden skar djupare ner i marken och grundvattennivån i omkringliggande område sjönk. De tekniska uppfinningarna krävde fler åtgärder, exempelvis förtätades hela flodbädden på vissa delar av sträckningen vid mindre förgreningar och fördämningar konstruerades ännu närmre floden. Under modernismen blev floder allt mer till tekniskt formade civilingenjörsarbeten och idag översvämmas till exempel bara ca en tredjedel av de ursprungliga strandängarna längs Tysklands floder vid större hög-

vattenstånd. De tekniska och hårdgjorda förändringarna av vattendrag för med sig många konsekvenser för landskapet. Till exempel förbättrar allt stabilare och högre dämmen skyddet mot översvämningar på specifika platser men skapar också barriärer i landskapet. Uträtning av floder och avstängda bakvatten stimulerar snabbare avrinning och försämrar fördröjningskapaciteten vilket ökar risken för översvämning (Prominski et al., 2011, s.30). Begränsning av vattendragets sidobreddning förvärras av tekniska förändringar av själva kanalprofilen och konstruktioner som går tvärgående över strömmen, såsom fördämningar, fall och kanalisering genom rör, försvagar den ekologiska genomsläppligheten genom att utgöra oöverstigliga hinder för de flesta arter. Förtätade flodbankar och släta flodbäddar erbjuder inga habitat och avsaknaden av strandängar betyder brist på utrymme både för vattnets metamorfosa steg och växt- och djurliv (Prominski et al., 2011, s.30).

1.2.4. DET HÅRDGJORDA LANDSKAPET

I *Ekologisk restaurering av vattendrag* skriver Naturvårdsverket & Fiskeriverket (2008) att landskapet inte bara avvattnats och begränsats utan hårdgjorts med asfalt, byggnader och betong i allt högre utsträckning. Hårdgöringen gör att nederbörd inte kan infiltrera marken utan strömmar bort som ytavrinning. Vattenflödena i tätortsvattendrag kan öka drastiskt med in emot en faktor 10 och ökningen kommer också mycket snabbare än i ett naturligt vattensystem. Eftersom grundvattenmagasinen inte fylls på så kommer sommarens lågvatten att vara extremt ringa. Extremt höga och låga vattenflöden blir således följderna av att hårdgöra

landskapet. Höglödena vidgar och fördjupar åfårorna så att när det är lågvatten på sommaren kommer inte vattenmängderna räcka till för att täcka bottnarna. Redan när 10 % av landskapet är hårdgjort uppstår signifikanta förändringar av vattendragens hydrologi och morfologi (Naturvårdsverket & Fiskeriverket 2008 Kap 5. s.3). Läs vidare om det urbana vattenlandskapet på s.33.

1.2.5. DET NUTIDA LANDSKAPET

I historien har många problem orsakats av försök att förändra vattnets inneboende dynamik i landskapet. Det har funnits en attityd om att vattennära urbana rum bara kunnat utveckla sin fulla potential när de varit skyddade från översvämningar och inte subjekt för vattendragets dynamik vilket lett till strikta begränsningar av vattnet. Dreiseitl säger i Prominski et al. (2011) att detta i kombination med tidigare ofta dåliga vattenkvaliteten gjorde att vattenrummen nästan försvann helt och hållet från stadens invånares vardag och medvetande. Idag är många floder och vattendrag i stor utsträckning bebyggda och uträtade och deras ursprungliga form och sättet de formar landskapet på är knappt märkbart. Prominski et al. (2011) menar att det inte är förrän de senaste årens katastrofala översvämningar, konsekvenser av klimatförändringar och minskningar av artrikedomen vid och i vatten som den totala kontrollen och ensidiga tekniska uppfattningen av vattendrag börjat ifrågasättas. Anledningen till det, menar de, är inte bara en fråga om hydraulik och tekniskt försvar mot översvämningar utan att möjligheten för rekreation blivit viktigare när vi återupptäckt potentialen för återhämtning och avkoppling längs vattnet. De senaste

åren har vatten i staden fått ökad uppmärksamhet ur stadsplaneringsperspektiv och allt fler städer vänder blicken mot sina sjöar och vattendrag och sett strandkanten som en plats att arbeta och leva på eller för att öka livskvaliteten. Detta har gjort att gränserna dragits tillbaka från vattenkanten varpå flodrummen expanderat. Stadsförnyelse och stadsutveckling har gett nya möjligheter att tänka om gällande rumsgestaltning som svarar på processbegränsningarna för att hitta nya synsätt och tillvägagångssätt som hanterar denna koppling (Prominski et al. 2011, s.9).

1.2.6. DET FRAMTIDA LANDSKAPET

Då många av människan orsakade förändringar av vattenlandskapet gått ut på att ta bort variation och förhindra förändring i landskapet kan det motsätta, att eftersträva naturlig variation (naturlig störning) och att tillåta förändring, vara en del av konceptet för att restaurera landskapet (Naturvårdsverket & Fiskeriverket, 2008, s.8, kap 2). Det handlar om att mjukgöra landskapet, att låta vatten infiltrera i marken och röra sig öppet i landskapet istället för att gräva ner och leda bort snabbast möjligt. Med förbättrad vattenkvalitet genom behandling av dag- och avloppsvatten behöver inte urbana vatten längre vara bakvatten i staden utan dess vackraste framsida och förstaintryck. Vattenrummens rumsliga estetik uttryckt i dess morfologi och gestaltning blir därför än viktigare. Attityden och hanteringen av vatten är på väg från hårt tekniskt och hydrauliskt ingenjörskap till semi-naturlig biologiskt ingenjörskap som åter formar vattenlandskap till multifunktionella rum för växter, djur och människor både i och längs med vattnet (Prominski et al, 2011, s.5).

1.2.7. ATT TA MED TILL SUNNERSTAPROJEKTET:

- Vilket synsätt människan har gentemot natur och vatten påverkar hur människan formar landskapet. Detta synsätt förändras genom historien
- Landskapet har torrlagts, hårdgjorts och kontrollerats vilket har förhindrat, förändrat och skyndat på den hydrologiska cykeln vilket gett konsekvenser för både landskapet, miljön, människor, växter och djur
- Ett för hårdgjort och kontrollerat vattenlandskap är ingen långsiktig eller holistisk lösning. I bästa fall löser det problemet på en plats men ställer ofta till det på en annan eller ur andra perspektiv
- Kontrollera och hantera vattnet i landskapet efter vattnets inneboende dynamik och enligt naturens principer
- Det behövs mer kunskap om de hydrologiska processerna och hur vi kan formge landskap i samklang med dessa
- Det framtida urbana landskapet tillåter och främjar ekologiska och sociala värden samtidigt som det möjliggör hydrologiska processer att fungera enligt naturens principer

1.3. OMORIENTERING

1.3.1. FRÅN POLITIK TILL DESIGN

Idag, ca 200 år, efter ingenjörskonsten började förändra vatten i landskap i större skala, menar Prominski et al. (2011) att de negativa konsekvenserna av ingreppen i vattensystemen tydliga. De menar att taktiken att bli kvitt vattenflöden så fort och effektivt som möjligt kan leda till bättre översvämningsskydd på vissa platser men skapar ännu större problem på andra punkter längs med vattendragens sträckning. Den trånga översvämningsskallan accelererar och ökar högvattenströmmen och förstör värdefulla fördröjningsområden i landskapet vilka sällan kan återskapas. Strukturer med fördröjande effekt, såsom strandnära woodlands tas bort och fördröjningsområden som bakvatten skärs av från den huvudsakliga strömfåran. Underhållsarbete för att hålla floden och avvattningsvägens kanter fria från hinder har samma accelererande effekt. Död ved, sand och grusbänkar, och flodbäddvegetation som hade kunnat sakta ner strömmen tas ofta bort från vattenkorridoren. De ständigt ökade ogenomsläppliga ytorna i ny bebyggelse intensifierar problemen då vatten vid häftiga regn avrinner direkt via dagvattenledningar och rännor till vattendragen. Urbana flodsystem, som i regel har liten buffertkapacitet, bildar extrema och plötsliga flödestoppar. Vid översvämningar kan konsekvenserna bli allvarliga då det till synes säkra omlandet inte är förberett att hantera översvämningar. Som ett resultat av klimatförändringar kan vi troligen förvänta oss oftare och större nederbördstillfällen och dagens system visar sig ofta inte vara flexibla nog att klara dessa nya förutsättningar. Både vad gäller hållbarhet, långsiktig vattenresursförvaltning och ur ekologiska och sociala perspektiv behövs en omorientering. (Prominski et al., 2011)

Konsekvenserna har dock redan gett effekt i det politiska arbetet. Enligt EUs översvämningsskalladirektiv är idag högsta prioritet att bevara och skapa fördröjningsområden utmed vattendrag och planera för vattenfördröjning i människors bosättningsområden, vilket skulle lätta på trycket i vattendragen och skapa större flexibilitet att absorbera mer vatten vid extrema nederbördstillfällen. (Prominski et al., 2011, s.33) Prognoserna för längre perioder av torka, oftare och mer intensiva nederbördsmängder och höjda havsnivåer har lett till kritisk granskning av översvämningsskydd, vattentäcker och vatten- och avlopssystem i hela Europa. Genom EUs Flood risk management-direktiv från 2007 har medlemsländerna ombetts utföra bedömningar av översvämningsskallor och upprätta åtgärdsplaner för att förbättra översvämningsskyddet. Det resulterande åtgärdsarbetet för med sig förändringar i den urbana miljön både ovan och under jord. Parallellt med detta prioriterar EUs ramdirektiv för vatten förutom att säkra tillgången av vatten av god kvalitet i ett långsiktigt perspektiv (Svenskt vatten, 2011, s.18) även ekologiska syften som bättre vattenkvalitet (bland annat genom MKN) och vattendragsstrukturer. Direktivet fordrar medlemsländerna att skydda, förbättra och återställa sjöar och vattendrag (förf. anm. eng. bodies of surface water) (Prominski et al., 2011, s.9), ett arbete som avspeglas nationellt i miljömålen Levande sjöar och vattendrag, Myllrande våtmarker, Grundvatten av god kvalitet, Ett rikt växt- och djurliv, med flera (Miljömålen, Online). Prominski et al. menar att EUs ramdirektiv för vatten även är en viktig sporre för formgivningen av åar och vattendrag. Ramdirektivet belyser att ett viktigt kriterie för den ekologiska kvaliteten i ett vattendrag inte

bara är vattenkvaliteten i sig utan även strukturmässiga karaktärer, såsom flodbäddens och flodbänkarnas form, biologisk spridningsförmåga och strukturen på den strandnära korridoren (eng. riparian corridor) (Prominski et al., 2011, s.9). Ingreppen de senaste 200 åren har lett till dramatiskt minskad biotopsdiversitet och antalet växt- och djurarter; viktiga akvatiska eller kanthabitat såsom områden med grunt vatten, vassbäddar, strandnära woodlands, högrötsstränder och strandängar har under långa sträckor fått ge plats åt likformiga sektioner med begränsade översvämningssytor. Denna symmetriska, enformiga kanalisering av vattendrag har planat ut flödeshastighetens variationer dramatiskt, och genom det har habitat som grus- och sandbänkar eller branta oförstärkta flodbänkar nästan helt försvunnit. Dammar och bottenrösklar har förhindrat spridning och förökning av många fiskar och amfibier. (Prominski et al., 2011, s.34)

Även ur ett rumsligt perspektiv är uträkning och strikt begränsning av urbana vattendrag sett som tråkigt och livlöst. Branta flodbänkar, brist på grunda vattenområden, passager, sand och grusbänkar och starka strömmar försämrar tillgängligheten till vattnet och låglänta, strandlika miljöer har blivit mer sällsynta. Målet med implementeringen av EUs ramdirektiv för vatten är att återinföra en diversitet av naturliga strukturer för vilka vattendragets naturliga, obegränsade tillstånd är modell. I urbana områden är detta sällan möjligt fullt ut men mycket kan göras för att förbättra vattendragen ur detta perspektiv. (ibid.)

“Dont divide rainterrain between land and water”

(Mathur & Da Cunha, 2013)

1.3.2. FRÅN TEORI (OCH FILOSOFI) TILL DESIGN

En tanke som varit med mig sedan en masterkurs på Landskapsarkitektprogrammet i Alnarp som berörde översvämningsproblematik i Höganäs kommun är att utveckla förståelsen för vatten i landskap ur både tidsligt och rumsligt perspektiv och hur jag som landskapsarkitekt kan använda denna kunskap i hur jag ser på vatten och agerar mot vattnet i mitt yrke. Tanken föddes i kursen kanske främst tack vare litteratur av Anuradha Mathur och Dilip Da Cunha. Budskapet de båda för fram i sina texter och föreläsningsserier där jag stött på dem har mer eller mindre medvetet blivit någon slags ledstjärna i detta arbete. Det har blivit en approach till hur jag angripit frågeställningarna som uppkommit i arbetet och en måttstock mot vilken jag mäter mitt arbete för att se om jag lyckats uppnå önskat resultat.

Anuradha Mathur, landskapsarkitekt, och Dilip Da Cunha, arkitekt och planerare, från University of Pennsylvania har skrivit böcker och hållit föreläsningsserier om uppdelningen av land och vatten och vår bristande förståelse för föränderlighet i tidliga och rumsliga perspektiv och relationen mellan de båda, eller som de hellre kallar det: rain terrain.

I Rain terrain, en föreläsning från Penn University (2013, Online) pratar Mathur och Da Cunha om att människan allt för länge gjort oss otjänsten att förväxla den hydrologiska kartan (förf. anm. en tredimensionell) med den geografiska (förf. anm. en tvådimensionell). På den geografiska kartan, som i vår tid är den brukliga, dras en skiljelinje mellan land och vatten och som ett resultat av detta tar vi för givet att denna separation är sann och permanent även i verkligheten utanför kartan.

Mathur och Da Cunha menar att vi istället för att separera ska se hur vatten är överallt innan det är någonstans och att terrängen är en tjock yta av fuktighet (eng* thick surface of water) som svämmar över ibland. Den geografiska kartan, menar de, är grovt förenklad och presenterar bara ett tillfälle, eller ett landskap i tiden, av mötet mellan land och vatten. Den geografiska kartan spär på vårt statiska tankesätt kring mötet mellan vatten och land, att det är oföränderligt och ständigt finns i samma geografiska punkt. De menar att den geografiska kartans linjer bara markerar ett fiktivt tillfälle i den hydrologiska cykeln när vatten förväntas vara instängt mellan två linjer. För att exemplifiera vår inpräntade förståelse över vattnets statiska tillstånd påvisar Mathur och Da Cunha hur vi brukar tala om när vattnet rör sig över dessa linjer, en *översvämnning* uppstår. Eller som Mathur och Da Cunha uttrycker det:

“Flood is the result of someone drawing a line” (2013).

Mathur och Da Cunha (2013) frågar sig om vi behöver återuppfinna vår relation med vatten. Bör vi se tillbaka i tiden, på idag och emot framtiden och fråga oss om att se vatten någonstans snarare än överallt gör att vi missar möjligheter, praktiker och insikter som skulle berika och omvandla våra designprojekt.

Kan vi se på projekt i historien och projekt under uppkomst idag, städer, infrastruktur, byggnader, landskap och konstverk med ett kultiverat öga för vatten som är överallt? Hur är det att se vatten som inte bara angränsar, försörjer, eller hotar en bosättning utan är självaste grunden för bosättningen? Vatten som är någonstans, inramad, hållen på plats och skild från land; och vatten

som är överallt, utmanar konventionell representation och kräver nytänk och uppfinningsrikedom. (Mathur & Da Cunha, 2014, s.10)

I Mathur och Da Cunhas senare bok Design in the terrain of water (2014) blir tidsaspekten än tydligare i relationen mellan vatten och land och föränderligheten får genom det en större roll. Mathur och Da Cunha menar här att vatten utmanar oss att tänka i fyra dimensioner, inte tre, då tidsaspekten kan möjliggöra fördelar för långsiktighetens skull. Att färdas genom denna nya dimension, menar Mathur och Da Cunha, kan få oss att hitta bättre och mer resilienta lösningar när vi omfamnar vattenterrängens designmässigt ovissa natur (2014, s.9).

Mathur och Da Cunha erbjuder ett alternativt sätt att se på mötet mellan land och vatten. Istället för att dra gränser för att hantera översvämnningar förvandlar de i Soak- Mumbai in an estuary (2009) Mumbai till en terräng som absorberar monsunen och havet och anpassar sig till vad de kallar för Soak (förf. anm. gissningsvis förlagan till begreppet Rain terrain). Soak, menar de, är en anpassning till en vattenfylld terräng. En terräng som uppmuntrar till design som håller vatten snarare än att kanalisera ut det till havet, att arbeta med gradienter i terrängen som anpassas till osäkerhet genom resiliens och inte besegrar över den med förutsägelse.

“The gradient of the ghat is a dynamic and shifting one... If there is a line between land and sea on this gradient, it is a momentary one.” (Mathur & Da Cunha, 2009, s.69)

“Design in the terrain of water makes room for water that is everywhere before it is somewhere: water that is in rain before it is in rivers, soaks before it flows, spreads before it gathers, blurs before it clarifies; water that is ephemeral, transient, uncertain, interstitial, chaotic, omnipresent.”
(Mathur & Da Cunha, 2014)

Soak beskrivs här som en flytande, öppen gradient, en terräng som fungerar mer som ett filter mellan land och vatten än en gräns dem emellan. Som verktyg för detta arbetssätt förespråkar de användandet av sektioner i designen av regnterrängar, en artikulering som gör djupet för den flytande gränsen mellan land och vatten viktigare än den geografiska planen. Att rita regnterrängar i sektioner menar de bättre talar till de skiftande rytterna mellan de båda som istället för rum påkallar tid. (Mathur & Da Cunha, 2011)

REFLEKTION EFTER MATHUR & DA CUNHA:

Vattnets naturliga tillstånd är inte enbart en form eller ett enda ögonblick i en frusen tid, vatten över överallt, hela tiden. Att arbeta med vatten påkallar en ökad förståelse för vattnets natur, egenskaper och plats i landskapet. Vi behöver göra plats och rum för tillfälligt vatten i tidslig och rumslig förändring, inte bara fysiskt utan även mentalt. Hur vi tänker på vatten och land, som separerade eller integrerade, får konsekvenser för hur vi förhåller oss till vattnet och hur vi designar landskapet därefter. Är de en dualism drar vi linjer för att separera de båda, eller ser vi hur de integrerar, och samverkar i landskapet, och skapar vi då gradienter där de kan mötas?

1.3.3. ATT TA MED TILL SUNNERSTAPROJEKTET:

- Mötet land - vatten är mer eller mindre en fråga om gradienter, regnterrängar, mjuka landskap.
- Funktionen på en viss plats avgör till vilken grad terrängen kan vara vattenhållande (vilken grad av rain terrain som kan användas - och till vad, för vad/vern).
- Ge plats åt vatten i terrängen
Låt gradienten land -vatten vara styrande/närvarande/förutsättning för att bygga och berika landskapet.
- Vatten varierar horisontellt och vertikalt.
- Föränderlighet är en förutsättning
Tidslig- och rumslig förändring är konstant.
Variabiliteten är även nyckeln för framtidens klimat och dess nederbördsmonster då vi stundtals kommer få det torrare och stundtals blötare. Bra koncept för klimatanpassning.
- Tidsaspekten och flyktigheten triggar mig att designa för flera olika verkligheter. Att designa för tillfälligen när endast en liten stril vatten (eller inget alls) befinner sig i eller tar sig genom landskapet, eller den då det fyller upp varenda skrymsle och vrå i landskapet, i och på terräng regnterrängar och stormar fram i vattendrag. För det lilla och det stora, i ett och samma rum.
- Sektionen som arbetsverktyg istället för plan påkallar en tredje dimension.
- Arbeta med gradienter istället för skiljelinjer.
Gestalta med olika typer av vegetation från hela spannet mellan land och vatten. Visa biotoper mellan land-vatten, hårt och mjukt, urbant till naturlikt.

1.4. BLÅ-GRÖNA ELEMENT OCH STRUKTURER

1.4.1. INTRODUKTION

Tankar om att återskapa öppna grön-blå strukturer i staden har kommit att ses som en av de viktigaste premisserna för en framtida hållbar stadsplanering (Wingren, 2015). Planeringen för långsiktigt hållbara städer innebär ett bevarande och återskapande av naturliga vattenvägar som urbaniseringen rubbat (Watson & Adams, 2011). Här kommer en introduktion till dessa blå-gröna strukturer och dess beståndsdelar i relation till stadsutveckling.

Stadens gröna och blå element kan vara av många olika slag och kvalitet. Det gröna kan vara parker, trädgårdar, tätortsnära skog, bostadsgårdar, offentliga planteringar, gröna tak och väggar, urbana skogar, gatuträd, koloniområden, lekplatser, kyrkogårdar, gröna stigar, alléer, refuger, rondeller, idrottsanläggningar och ruderatmark. De blå elementen inkluderar dammar, sjöar, våtmarker, diken, kanaler och åar med mera. (Jansson et al. 2013, s.14) Blå- och gröna element bidrar med en mängd helt avgörande värden och funktioner. De tillför staden och dess invånare resurser som skapar förutsättningar för en hållbar stadsutveckling ur samtliga hållbarhetsperspektiv och är därför en nyckelingrediens för urban hållbarhet. Många av de funktioner och tjänster som gröna och blå miljöer ger, som dagvattenhantering, temperaturreglering och koldioxidupptag, försämras med minskade ytor då stadsmiljöer bebyggs tätt. Även för ekologiska funktioner kan det vara viktigt att de gröna ytorna är tillräckligt stora eller sammanhängande för att olika arter ska kunna leva där. (Jansson et al. 2013, s.15).

I andra fall kan även små gröna inslag ha positiva effekter på stadsmiljön då det finns ekologiska tjänster som kan maximeras på liten yta och vissa hälsoeffekter skapas i små parkrum. Det saknas ofta kunskap om hur värdefulla urbana gröna miljöer faktiskt är, och om att satsningar på grönområden inte behöver stå i motsats till förtätning. Genomförandet av den täta, funktionsblandade staden som en hållbar vision har dock ofta inriktats mot att förtäta den bebyggda miljön med mer bebyggelse, inte sällan på grönytornas bekostnad men i många fall är en förtätning med grönska, där gröna och blå inslag i staden utvecklas, mer angelägen och värdefull. (Jansson et al. 2013, s.15).

En aspekt som är värd fokus är hur positiva mervärden kan uppnås som en synergieffekt när både blåa, gröna- och röda (sociala) värden beaktas i planeringen. För att kunna tillgodose städernas och tätorters behov av att hantera balansen vid ökad nederbörd är det viktigt att arbeta helhetsorienterat med de blå och gröna strukturerna. (Boverket, 2010b, s.4) Översiktsplanen kan exempelvis redovisa sammanhängande stråk för öppen dagvattenhantering och koppla samman dessa stråk med planering av grönstruktur. (Boverket, 2010b, s.6) Men de blå-gröna stadsbyggnadselementen kan även, förutom att förbättra klimatet, gynna hälsa, ge förbättrad livskvalitet och bidra till att öka stadens attraktivitet genom att erbjuda närliggande vatten- och grönområden med plats för lek, avkoppling, motion och aktiviteter som odling, promenader, cykling och fiske (Jansson et al. 2013, s.24).

1.4.2. PLANERING FÖR BLÅ-GRÖNA STRUKTURER OCH KLIMATANPASSNING MED INSPIRATION FRÅN KÖPENHAMN

Köpenhamn lamslogs 2011 av översvämning då en regnmängd motsvarande tre månaders normal sommarnederbörd föll på ett par timmar. Skyfallet som varade två timmar gav skador för 7 miljarder kronor vilket var ett regn i dimensionerna av ett tusenårsregn. Stadsplanerare drog genast igång arbetet att anpassa staden till ökad nederbörd genom att bygga om hela Köpenhamns dagvattensystem med öppna och ytliga lösningar istället för avloppsrör, som får leda bort vattnet längs vägar, grönområden och mer eller mindre temporära regnbassänger för att slutligen släppas ut i havet. (Sveriges radio, 2014) Danmark har satsat mycket på anpassning och kommit långt i anpassningsprocessen. Detta fick jag erfara under en utbytestermin i Danmark hösten 2013 då jag läste kurser om klimatanpassning och dagvattenhantering i kombination med urbana ekosystem på Köpenhamns universitet. Genom studierna kom jag i kontakt med flertalet pågående planer och projekt där klimatanpassningen tar fysisk form. Bland annat fick jag vetskap om vad som av Köpenhamns kommun kallas världens första klimatanpassade stadsdel Klimakvarter i Skt Kjelds distrikt i Köpenhamn. Till en del av dessa projekt blickar jag för inspiration i detta arbete både för planering och gestaltning av norra Sunnersta.

Tillvägagångssättet för utvecklandet av en blå-grön strukturplan för norra Sunnersta inspireras av ett par exempel från Danmark, bland annat Köpenhamn stads

“A green and blue Copenhagen - Combining Adaptation with greening the city” presenterat av Lykke Leonardsen (2013) från chef för Köpenhamns klimatanpassning som förenklat belyser viktiga punkter Köpenhamns stads Cloudburst management plan (2012), (förf. anm. översatt ungerfär *skyfallsplan*). I denna plan framkommer vissa nyckelpunkter som bör beaktas för att uppnå mervärden i klimatanpassning och dagvattenhantering, ett tillvägagångssätt och vilka parametrar som är viktiga att utforska och beakta i processen. Köpenhamns kommun tar i sin Cloudburst management plan fram data om befintliga avrinningsområden och utvecklar efter det vad de kallar ett nytt infrastrukturlager för dagvattenhantering som i sin tur utvecklas till ett nytt blå-grönt lager i staden. Det framkommer även att den nya blå-gröna infrastrukturen inte nödvändigtvis ersätter det befintliga traditionella vatten- och avloppssystemen utan kompletterar och stöttar detta. (Leonardsen, muntligen, 2013-09-23)

I framtagandet av en blå-grön strukturplan behöver alla hydrologiska kopplingar i avrinningsområdet samt vattnets flödesvägar (ytavrinning) beaktas innan vidare planering av mindre uppfångsområden (eng. sub-catchments) i systemet är möjlig. För att ta tillvara på potentiella mervärden från klimatanpassningen, genom att till exempel förbättra och förgröna urbana områden är det viktigt att se hur den befintliga grönstrukturen ser ut och fungerar. Likaså är det viktigt att beakta utmaningar gällande demografi och klimatförändringar. När vi förstår detta menar Leonardsen (2013-09-23) att vi kan börja knyta ihop gröna förbättringar med anpassning-

sarbetet.

I sin “*Cloudburst management plan*” (Miljø Metropolen, 2012) belyser Köpenhamns stad att de varken har ekonomi eller kapacitet att implementera alla åtgärder på samma gång utan rankar initiativen i prioriteringsordning. Ordningen rankar initiativ som överensstämmer i olika grad med: högriskområden, områden där åtgärder enkelt implementeras, områden med pågående eller planerade stadsutvecklingsprojekt samt områden där synergieffekter kan uppnås högt och ges därför förtur till implementering. Köpenhamns stad väljer också att se hur denna anpassning i kombination med annan planering kan ge synergier och mervärden i form av större rekreationsområden och ökad livskvalitet för invånarna i staden, bland annat genom förbättrad hälsa och ökad biodiversitet (Leonardsen, 2013-09-23).

1.5. VATTEN

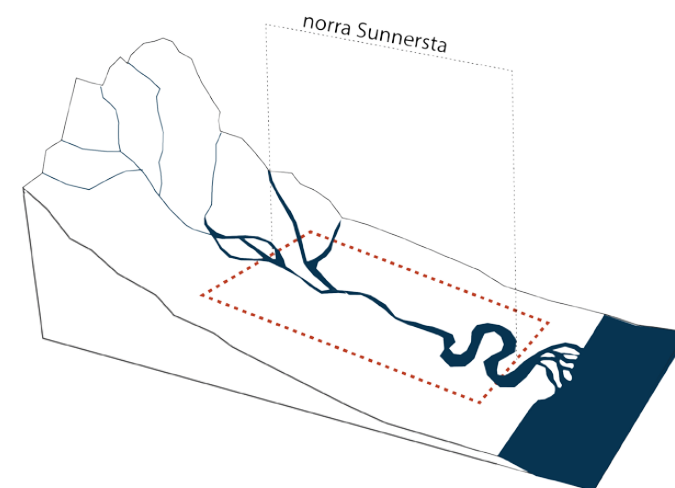
1.5.1. VATTNETS SKALOR OCH LAGER I LANDSKAPET

Vatten opererar i många skalor och lager i landskapet. Vatten stannar inte vid vare sig kommun- eller plangränser utan rör sig horisontellt och vertikalt i landskapet beroende på bland annat topografi, markanvändningar, vegetationstyper och markförhållanden i respektive avrinningsområde. För att förstå förutsättningarna för en plats behövs således en analys över hur vattnet hänger samman i en större skala och i olika lager i landskapet. (ex. ytavrinning, grundvattenförhållande, befintliga vatten och avlopp, samt jordartskartering och förutsättning för infiltration t.ex. Svenskt vatten (2011), branschorganisationen för vattentjänstföretagen i Sverige, menar att de ökade nederbördsmängderna och stigande nivåer i hav, sjöar och vattendrag kommer påverka vattensystemen både genom att större flöden av dagvatten kommer belasta systemet och att recipientnivåerna kommer att höjas. Vattenplanering bör därför inkludera hur vatten ska hanteras både inom aktuellt planområde och de områden som gränsar till detta då uppströms områden kan tillföra planområdet stora mängder vatten, och områden nedströms tidvis kan belastas med ökad avrinning (Svenskt Vatten, 2011, s.5). Illustrationerna på nästa sida visar avrinningsområdet för den del av Fyrisån där Bäcklösabäcken mynnar och på så vis det uppströms område som kan påverka Bäcklösabäcken och norra Sunnersta vid ökad avrinning. Detta betyder att vattnet inte bara kan förhindras avrinna från Bäcklössabäckens avrinningsområde till Fyrisån vid höga nivåer, utan att Bäcklössabäcken lika väl kan belastas med vatten från Fyrisån som avrunnit uppströms ifrån.

För att säkerställa en hållbar dagvattenhantering med hänsyn till framtida klimatförändringar menar Svenskt vatten (2011, s.16) att är det många aspekter som behöver beaktas. Bland annat fastställande av högsta vattenstånd idag och bedömda framtida vattennivåer, förebyggande åtgärder i framtida bebyggelseområden, åtgärder mot höjda vatten-

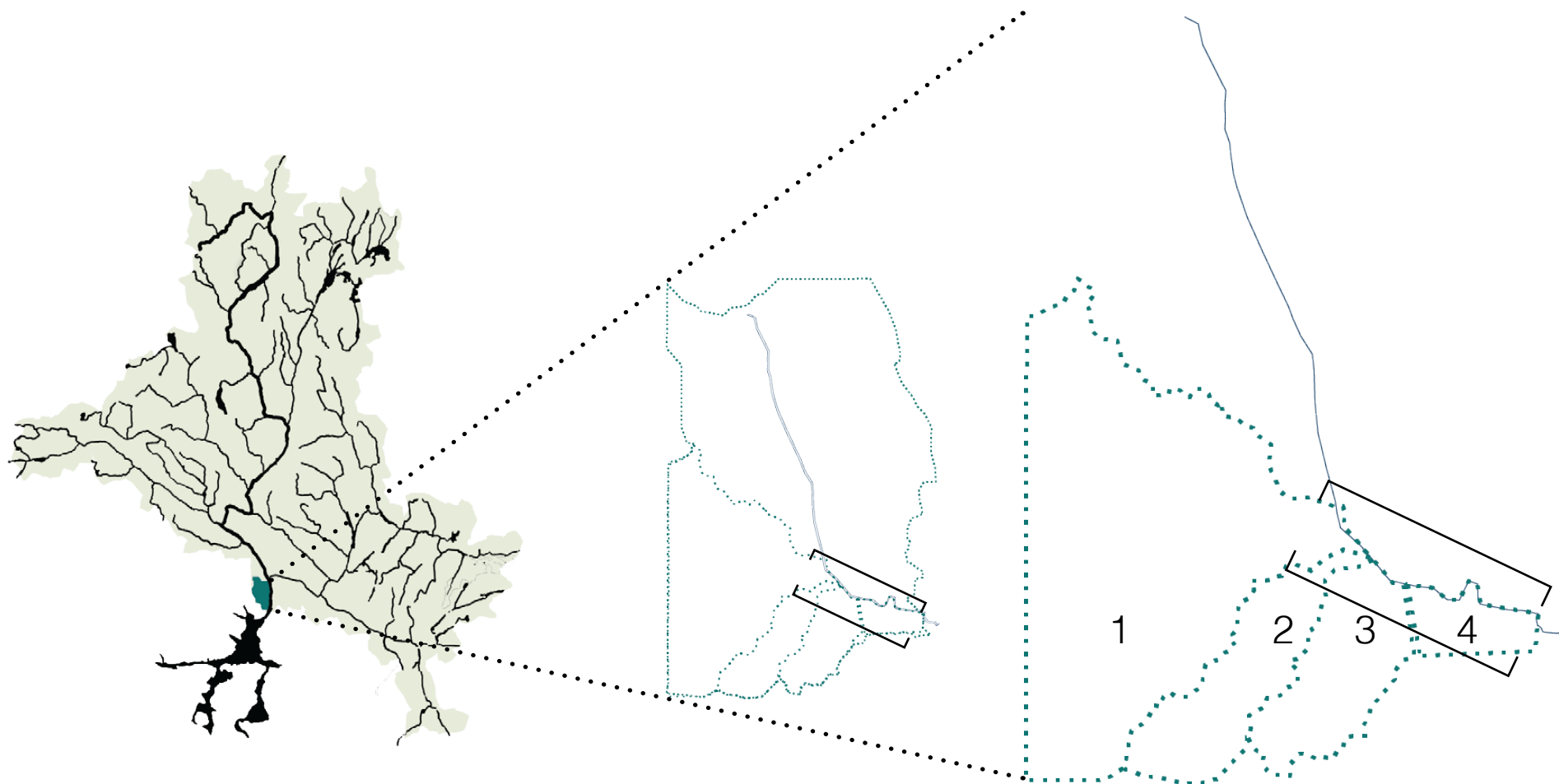
nivåer i hav, sjöar och vattendrag inom befintliga områden och avloppsnät, säkerställa översvämningståligt byggande vid nybyggnation och säkerställa vattnets roll i planprocessen och skapa bättre beslutsunderlag.

Varje vattendrag formar landskapet och varje landskap formar vattendraget på många olika sätt. Vattnets landformande krafter är ett resultat av topografi, geologi, klimatologiska förhållanden och eroderade och ackumulerande krafter (läs mer om detta i Vatten i landskap på s.33). Vad som är viktigt att förstå är att vattenlandskap är föränderliga och att användningen av ett sådant landskap måste bygga på kunskap om detta, vilka förutsättningar det ger för användning, funktion och formgivning av landskapet. Illustrationen bredvid visar norra Sunnerstas principiella lokalisering i ett avrinningsområde, och denna lokalisering för med sig vissa förutsättningar för landskapet gällande, vattendragets bredd, djup, avrinningshastighet, sedimentation, partikelstorlek på sedimentationsmaterial osv. Ett höglänt landskap eroderar med vattnets krafter och det eroderade material mals ner i takt med att det rör sig nedströms. Material som avsatts på blir finare ju längre det transporteras från höglandet till det långsamtrinnande låglandet. Varierande dynamik gör att olika landskap skapas i övre, mellersta och nedre delarna av ett vattendrag. I de nedre delarna av avrinningsområdet sedimenteras finkorniga material som sand och silt, på grund av en långsammare avrinning, vilket ofta gör sträckningen meandrande (Prominski et al., 2011). Detta kan avläsas i norra Sunnersta både genom den historiska meandrande form Bäcklösa haft genom åkerlandskapet (Se karta Ultuna ägomätning från 1861 på s.41) och i bruket av marken som jordbrukslandskap hundratals år tillbaka i tiden.



Figur 3. Lokalisering av norra Sunnersta i ett principiellt avrinningsområde. Tolkat av författaren från Prominski et al. 2013.

Illustrationerna nedan visar Bäcklösabäckens hela avrinningsområde och de delavrinningsområden som mynnar i projektområdet norra Sunnersta.



Figur 4. Avrinningsområde till aktuell del av Fyråsån. Delavrinningsområdet är mörkare blåmarkerat, totala avrinningsområdet beigea området (SMHI:s vattenwebb, Online).

Avrinningsområde till Bäcklösabäcken samt projektområdesgräns. (från ArcGIS-analys)

Delavrinningsområden som mynnar i Bäcklösabäcken genom norra Sunnersta samt projektområdesgräns. (från ArcGIS-analys)

1.5.2. VATTNETS KRETSLOPP

I boken *Raingardens* (2007) belyser Nigel Dunnett, professor i växtdesign och växtteknik från University of Sheffield, och Andy Clayden, landskapsarkitekt, trädgårdsdesigner och föreläsare på institutionen för landskapsarkitektur på University of Sheffield, vikten av att ha ett helhetsperspektiv på vatten i landskapet för att kunna arbeta med vatten och dagvattenlösningar. De menar att det sätt vi använder vatten i våra trädgårdar och designade landskap tenderar att behandla det som om det vore ett självständigt element, ett "vattnelement" som associerar till en isolerad komponent när det egentligen bara är en del av ett mycket större system, vattnets kretslopp. Vattnets kretslopp beskrivs av Dunnett & Clayden (2007) som de ändlösa sekvenserna av händelser genom vilka en vattenmolekyl evaporerar från hav, kondenserar till moln som transporteras av atmosfäriska strömmar och tömmer ut sitt innehåll över hög terräng som regn, hagel eller snö. En del av detta vatten rör sig sedan via floder och bäckar till kusten och tillbaka till havet, medan ungefär hälften av nederbörds mängden evaporerar tillbaka till atmosfären. Återstoden infiltrerar in i marken. När vattnet når ett impermeabelt lager, såsom lera, ackumuleras det i en mättad zon. Där denna zon innehåller större mängder vatten bildas akvifärer. Dunnett och Clayden menar att vattnets kretslopp opererar i alla skalor överallt och kan karaktäriseras genom sättet vattnet antrar och lämnar det avgränsade området. Varje område kan ses som en enhet med vattentillförsel från många olika källor, och vattenuttag via olika vägar och diverse interventioner i varje område (2007, s.32).

1.5.3. VATTENBALANS I LANDSKAPET

Med klimatförändringarna väntas ökade nederbörds mängder, större diskrepans i nederbördsmönster över året samt temperaturökningar och torka, vilket betyder att vi måste tackla både ett överskott och ett underskott av vatten i landskapet framöver, och ibland på samma ställe. Dunnett & Clayden menar att vi kan åstadkomma lösningar för dessa vattenrelaterade problem genom planering, design och förvaltning av landskapet (2007, s.31).

Watson & Adams skriver i *Design for flooding: architecture, landscape and urban design for resilience to flooding and climate change* (2011) att en hydrologisk balans är en viktig nyckel för förmågan att hantera förändringar i landskapet, det vill säga att öka landskapets resiliens, som är en grundpelare för långsiktig hållbarhet. Ur ett ekologiskt perspektiv är resiliens ett självreglerande och dynamiskt system där hydrologiska processer och funktioner tål förändringar utan att hela systemet slås ut. I ett naturligt ekosystem stannar vatten i närheten av där det faller och denna typ av landskap kan utgöra inspiration till resilient design av dagvattensystem. Denna design lär från naturens system och en resilient design med dagvatten innebär en vattenhantering baserad på en balanserad vattencykel och naturliga biologiska system. (Watson & Adams, 2011)

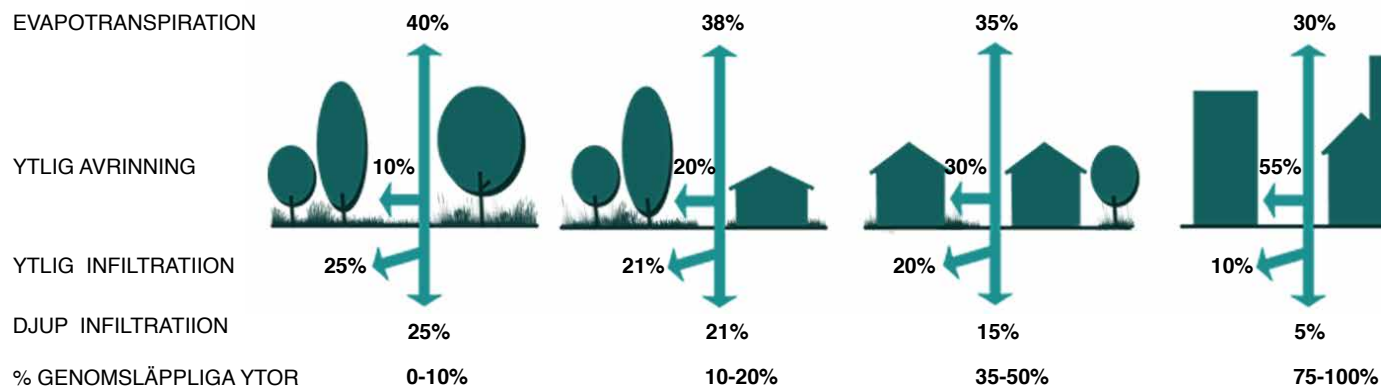


Illustration över vattnets kretslopp, av författaren.

1.5.4. VATTENBALANS I URBANA LANDSKAP

Sjöman & Slagstedt skriver i sin bok *Träd i Urbana landskap* (2015) om vatten och vattenbalans i urbana landskap. Vid jämförelse av hur vatten beter sig i en naturlig miljö, exempelvis i en skog eller äng, med hur vattnet beter sig i bebyggd miljö, som i en stad, är det tydligt hur vattnets rörelse förändras med aktiviteter kopplade till den mänskliga utvecklingen. Den största skillnaden är att den naturliga vattencykeln kortas ner eller tar genvägar i landskapet. Modernisering och industrialisering av städer och tätorter har bidragit till ett effektivt bortledningssystem av vatten som via dagvattenbrunnar och rör leds till recipienter och reningsverk istället för att infiltrera marken långsamt och perkolera

till grundvattnet som i en naturlig hydrologisk cykel i landskapet. Som ett resultat av detta bildas onaturligt stora överskott av vatten vid skyfall vilka ofta orsakar översvämningsproblem, den hydrologiska balansen i landskapet har rubbats. (Sjöman & Slagstedt, 2015, s.276) Det finns en mängd orsaker i hur vi bygger och utvecklar våra hus, kvarter och städer som bidrar till detta problem, till exempel en ökad andel hårdgjorda ytor, brist på vegetation och dag- och dränvattenssystemens infrastruktur (Dunnett & Clayden, 2007, s.33).



Figur 5. VATTENBALANS I OLIKA TYPER AV LANDSKAP
Markanvändningen påverkar hur stor avrinningen är från ett område. Vid exploatering av ett område och en ökad andel hårdgjorda ytor minskar infiltrationskapaciteten och ytaavrinningen från området ökar. Diagrammen visar andelen av vatten som lämnar landskapet på olika sätt beroende på mängden genomsläppliga ytor. Illustration av författaren baserat på Dunnett & Clayden (2007, s.34).

1.5.5. DAGVATTENLÖSNINGAR

Wingren et al. skriver i *Urbana nyanser av grönt. Om grönskans roll i en förtätad klimatsmart stad* (2015) att inställningen till bortledning av vatten i staden har förändrats genom historien. I äldre tider blandades dag- och avloppsvatten i öppna diken och kanaler där stinkande, ibland giftigt och bakterierikt avloppsvatten inte sällan kom i kontakt med dricksvattentäkter och vattenledningar och 1900-talets planering inriktade sig på att föra bort vattnet i slutna system under den täta staden för att undvika detta (Wingren et al., 2015, s.147). Mot dessa traditionellt ingenjörsmässiga lösningar på dagvatten- och översvåmningsproblem riktas kritik av både Prominski et al. (2011) och Dunnett & Clayden (2007) som kallar dem kostsamma icke-lösningar som i bästa fall skjuter upp ännu större problem, och i värsta fall bara skjuter över problemen till någon annan nedströms. De senaste 40 åren har dagvattenhanteringen gått från att präglas av en traditionell dagvattenplanering där endast vattnets kvantitet beaktats, till att innefatta kvalitet och gestaltning och vilket lett utvecklingen mot en mer så kallat långsiktigt hållbar dagvattenplanering (Svenskt vatten, 2011, s.12). Till skillnad från den traditionella dagvattenhanteringen, där dagvatten vanligen avleds i slutna rör under mark, kännetecknas dagens långsiktigt hållbara dagvattenplanering till stor del av öppna dagvattenlösningar där dagvattnet helt eller delvis är synligt under avrinningsförloppet, tillåts infiltrera marken och slutligen naturligt återladda grundvattnet. På så sätt är en öppen dagvattenhantering inte enbart synliga vattensamlingar utan metoder som efterliknar det naturliga vattenkretsloppet så mycket som möjligt (Sjöman & Slagstedt, 2015, s.283) och en sådan bibehåller den hydrologiska

balansen (Florgård & Palm, 1980).

1.5.6. ÖPPNA DAGVATTENLÖSNINGAR

Öppna dagvattenlösningar är ett samlingsnamn för olika anläggningar som omhändertar, fördröjer, och magasinerar dagvatten i helt eller delvis öppna system där processerna efterliknar naturens eget sätt att ta hand om nederbörd genom till exempel infiltration, perkolation, ytavrinning, trög avledning i öppna system eller fördröjning i dammar och våtmarker. Ofta sker detta i kombination med växter (Stahre, 2004).

I Svenskt vatten (2016) framgår att ett annat incitament för att utnyttja ytliga vattenvägar är att de har större kapacitet än rör. En ökad dimension på slutna dagvattenledningar ger relativt måttliga kapacitetsökningar jämfört med öppna stråk som kan leda bort mycket stora flöden vilket medför att hanteringen av extrema nederbördstillfällen inte kan baseras enbart på slutna rörsystem. I Svenskt vatten (2016) framgår att kapaciteten för svackdiken med svag släntlutning är ca 9 gånger större än för en rörledning med samma fyllnadshöjd. En förutsättning är dock att de ytliga vattenvägarna underhålls för att behålla sin kapacitet (ibid.)

Som plan B menar Svenskt vatten (2016) att det är det bra att anordna så kallade vattenvägar där vattnet kan rinna på markytan vid mycket kraftiga regn för att hindra skador på bebyggelsen. Vattenvägarna är en sekundär avledningssystem för vattnet då alla ordinarie avledningssystem för dagvatten är överbelastade.

1.5.7. DIMENSIONERING OCH UTFORMNING AV ÖPPNA DAGVATTENLÖSNINGAR

Dimensionering och teknisk utformning av öppna dagvattenanläggningar sker, enligt Stahre (2004) med beaktande av kraven på minskning av avrinnande flöden (kvantiteter), krav på avskiljning av föroreningar (kvalitet), samt mål för anläggningens utnyttjande och integrering i stadsmiljön (gestaltning). Stahre (2004, s.77) menar att kunskapen om den tekniska utformningen av öppna dagvattenanläggningar är god men att det saknas erfarenhet kring hur man tar hänsyn till biologiska, ekologiska och estetiska aspekter så att anläggningarna blir ett positivt inslag i stadsmiljön. För att uppnå detta bör speciell uppmärksamhet ägnas åt till följande punkter vid detaljplanering av öppna dagvattenanläggningar:

Integration av olika tekniska lösningar: att använda hela avrinningskedjan för maximal effekt.

Anpassning till naturliga förutsättningar som topografi, hydrologi (vattendrag, våtmark, öppen vattenyta, etc.) grundförhållanden (jordarter, vattengenomsläpplighet, grundvatten, etc.) vegetation, etc. Flerutnyttjande: anläggningen bör användas till annat än bara ta hand om dagvatten, vanligt är park och rekreationsändamål. (Stahre, 2004, s.77)

Dunnett & Clayden riktar (likt Prominski et. al. 2011) kritik mot traditionellt ingenjörsmässiga lösningar som bygger bort möjligheten för hydrologiska processerna och ger problem med översvämning (Dunnett & Clayden, 2007, s.37). En alternativ lösning är att skapa en dagvattenkedja, vilken Dunnett & Clayden (2007) förklarar innebär att reducera mängden impermeabla ytor för att minska avrinningen, använda landskapet och jorden för att på ett naturligt sätt förflytta, och förvara och filtrera dagvatten innan det lämnar området där vattnet fallit.

Dagvattenkedjan de förespråkar består av fyra komponenter innehållande olika tekniker för att hantera vattnet i dagvattensystemet:

1. Tekniker som förhindrar avrinning från ytor
2. (Retention)Tekniker som förvarar avrinning för infiltrering eller avdunstning
3. (Detention)Tekniker som tillfälligt förvarar avrinning och sedan släpper det med en kontrollerad hastighet, alltså fördröjer.
4. Tekniker som transporterar vatten från där det fallit till där det hålls eller fördröjs.

Tanken med kedjan är att den är sammankopplad av flera enheter, och ju fler enheter den består av desto starkare blir kedjan. Kedjan måste inte vara linjär utan sekundära kedjor eller mindre kedjor kan länkas samman med den huvudsakliga kedjan på samma sätt som åar och bifloder sluter samman med en större flod. (Dunnett & Clayden, 2007, s.45)

Stahre beskriver och förklarar olika typer av öppna dagvattenlösningar genom att dela in dem i fyra kategorier beroende på vem som har ansvaret för anläggningen (privat eller kommunalt) och deras placering i

avrinningssystemet, nära källan eller i slutet av systemet. (Stahre, 2004, s.21)

Lokalt omhändertagande (privat mark)
Fördröjning nära källan (allmän platsmark)
Trög avledning (allmän platsmark)
Samlad fördröjning (allmän platsmark)

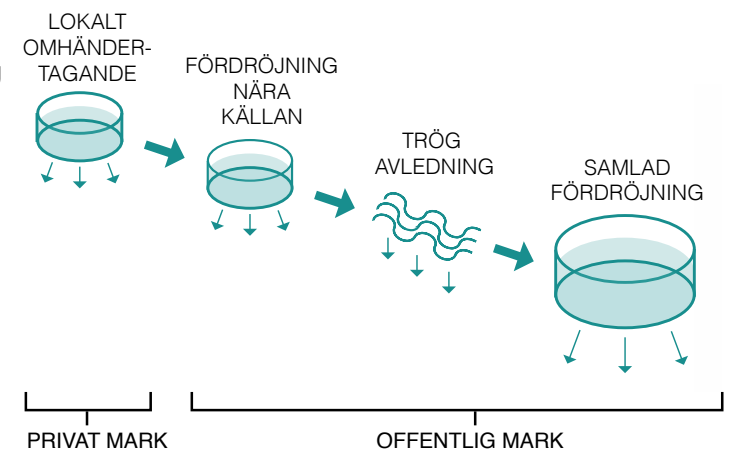
Lokalt omhändertagande på privat mark
 För dessa lösningar är ägarförhållandena är avgörande för anläggningens utformning och drift. Exempel på teknisk utformning kan vara gröna tak, infiltration av gräsytor, genomsläppliga beläggningar, infiltration i stenfyllningar (perkolation), dammar och uppsamling och återanvändning av takvatten för exempelvis bevattning eller WC-spolning.

Fördröjning nära källan är en kommunal angelägenhet och handlar om olika anordningar för tillfällig fördröjning eller annat omhändertagande av dagvatten på allmän platsmark i de övre delarna av avrinningssystemet. Exempel på teknisk utformning kan vara genomsläppliga beläggningar, infiltration på gräsytor, infiltration i stenfyllningar, tillfällig uppdämning av dagvatten på speciellt anlagda översvämningssytor, dammar och våtmarker.

Trög avledning avser olika system för långsam vidaretransport av dagvatten på allmän platsmark och det sker oftast i öppna system. Exempel på teknisk utformning av dessa kan vara svackdiken, kanaler och bäckar.

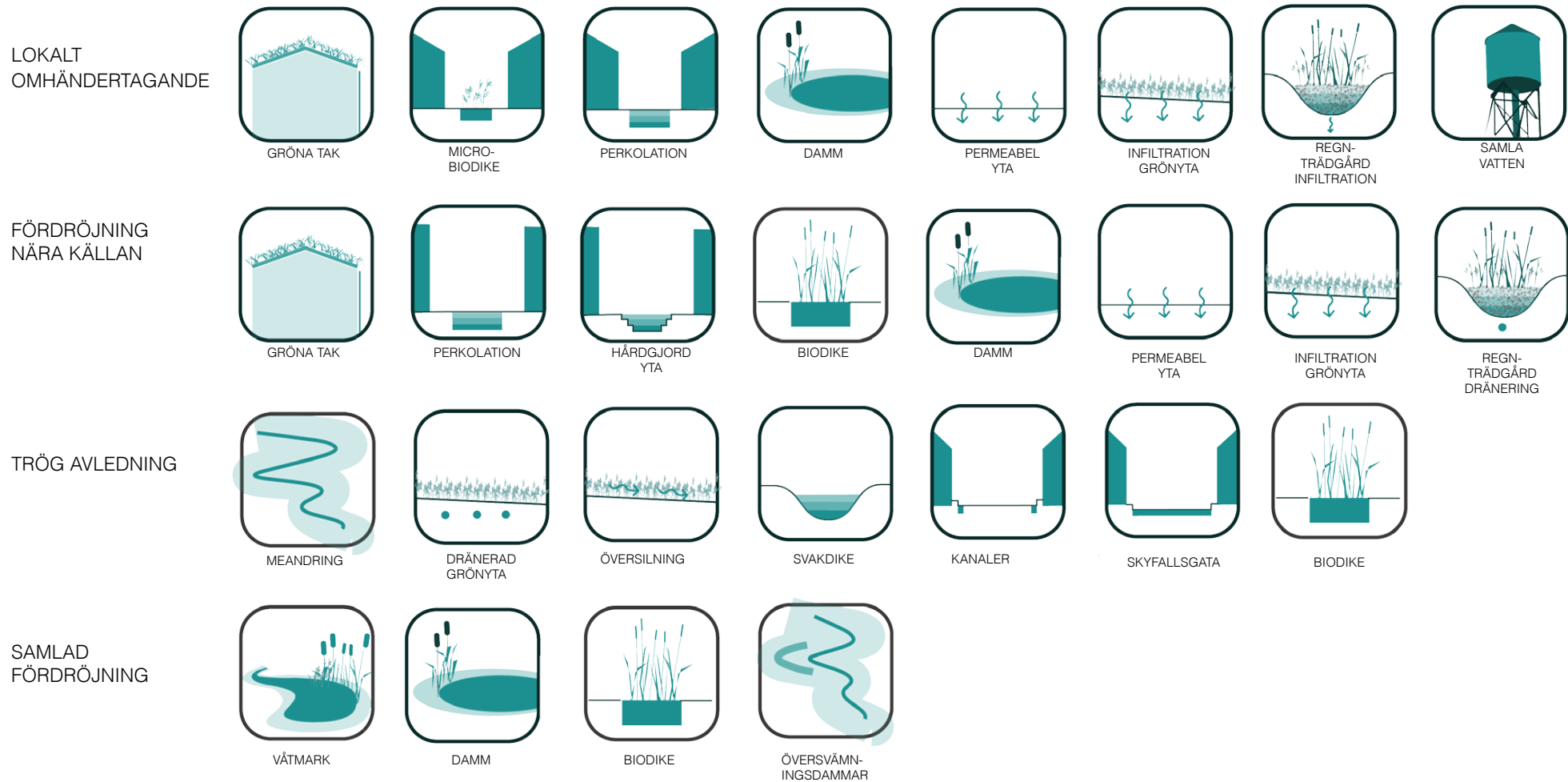
Samlad fördröjning innefattar anläggningar för tillfällig fördröjning av dagvatten i större öppna anläggningar belägna i de nedre delarna av avrinningssystemen. Exempel på teknisk utformning kan vara dammar, våtmarksområden eller sjöar.

För att uppnå maximal effekt för att minska belastningen på att överbelastat system menar Stahre (2004), liksom Dunnett & Clayden (2007), att åtgärder bör sättas in i hela dagvattnets avrinningskedja. Ett lokalt omhändertagande av dagvatten på privat mark bör således kombineras med olika fördröjningssystem och trög avledning på allmän platsmark i de övre delarna av dagvattensystemet följt av en samlad fördröjning längre ner i systemet (Stahre, 2004, s.21).



Figur 6. Olika typer av öppna dagvattenlösningar: LOD, fördröjning nära källan, trög avledning och samlad fördröjning. Illustration av författaren efter Svenskt vatten (P105, 2011, s.13)

1.5.8. DAGVATTENKONCEPT OCH KOMPONENTER I DAGVATTENKEDJAN



Figur 7. Exempel på olika typer av dagvattenkoncept som utgör komponenter i dagvattenkedjan. koncepten är uppdelade efter de olika typderna av öppna dagvattenanläggningar (Stahre, 2004): LOD, fördröjning nära källan, trög avledning och samlad fördröjning med mer eller mindre urban/naturlig karaktär och tillämpning. Illustration av författaren.

1.5.9. ATT TA MED TILL SUNNERSTAPROJEKTET:

- Se helheten, vattnets hela system, inte bara inom projektområdet eller för ett enskilt "vattenelement"
- Känn till och förstå vattnets kretslopp
- Inspireras av och efterlikna vattnets naturliga processer
- Eftersträva vattenbalans
- Urbana landskap hindrar vattnets naturliga processer genom hårdgöring, brist på vegetation och bortledning av vatten. Resultatet blir rubbad vattenbalans ofta med tillfällen med brist eller överskott av vatten som följd
- Öppna dagvattenlösningar är mer resilienta än rör och bidrar med mångfald och mervärden
- Eftersträva ett dagvattensystem i form av en dagvattenkedja och åtgärder bör sättas in i hela kedjan
- Dunnett- och Claydens dagvattenkedja byggs upp av tekniker som förhindrar, förvarar, fördröjer och avleder vatten
- Dagvattenkomponenternas utformning beror bland annat på lokalisering i avrinningskedjan och vem som har ansvar för anläggningen. Stahre beskriver dessa som:
 - Lokalt omhändertagande (privat mark)
 - Fördröjning nära källan (allmän platsmark)
 - Trög avledning (allmän platsmark)
 - Samlad fördröjning (allmän platsmark)

1.6. MJUKA LANDSKAP

1.6.1. GRADIENTLANDSKAP OCH REGNTER-RÄNGER

Med syfte att mjukgöra landskapet kan ett alternativ vara, inspirerat av Mathur och Da Cunha (2009, 2011, 2013), att arbeta med gradientlandskap där land och vatten förenas och integreras i vad de kallar *regnterräng* (eng. rain terraces). Detta begrepp tolkar jag som terränger som håller vatten, mer eller mindre, permanent eller tillfälligt, och bildar regnbäddar, fukt- och vattenbiotoper i mötet mellan land och vatten. På jakt efter dessa regnterrängar letar jag efter vegetationstyper från olika typer av biotoper som kan utvecklas i dagvattenssystemet med inspiration av naturliga referenslandskap med liknande förutsättningar som de som skapas i norra Sunnerstas dagvattenssystem. Detta leder mig till undersökandet av olika typer av tillfälliga eller mer eller mindre permanent vattenpräglade landskap vars premisser överensstämmer med funktionerna för dagvattenkedjans olika komponenter. I boken *Skötselhandbok för gårdens natur- och kulturvärden* av Jordbruksverket (1998) presenteras vanliga arter i olika typer av vattenpräglade landskap som jag inspireras av och adderar till en växtlista som presenteras längre fram i arbetet för att användas till de respektive designade dagvattenkomponent. Tanken är att de olika dagvattenkomponenterna har liknande förutsättningar som dessa naturliga landskapsformer och därför kan användas som referenslandskap till utformning och växtval.

1.6.1.1. NATURLIGA VATTENLANDSKAP

Syftet är att använda mig av regnterrängar som ett koncept för att hantera större vattenkvantiteter och

samtidigt uppmärksamma och använda de mervärden fukt- och vattenbiotoperna har att erbjuda. När vatten ges möjlighet att integrera med landskapet istället för att separeras bildas möjligheter och förutsättningar för vegetation, habitat och vackra och spännande miljöer som samtidigt kan bidra med dagvattenhantering i området.

Först och främst en definition av våtmark:

“VÅTMARK: Fuktig och våt mark med grundvattenytan nära under, i eller över markytan samt grunda vattenområden med vegetation som myrar, sumpskogar, fuktängar, fukthedar, strandängar, mader, vassar och grunda vattenområden med vegetation.” (WWF, Online).

Feuerbach & Strand skriver i *Vatten och mångfald i jordbrukslandskapet* (Online) att våtmarker är kanthabitat som kan betraktas som övergångszoner mellan land och vatten. De skriver att eftersom land- och vattenhabitat kan mötas och övergå i varandra på en mängd olika sätt, både i tiden och i rummet, är det mycket svårt att konstruera en heltäckande definition. Det som vi med ett samlingsnamn kallar för våtmarker kan delas in i olika typer beroende på ekologi eller ekosystemfunktioner (Feuerbach & Strand, Online). Begreppet våtmark har vuxit fram som ett samlingsnamn för en mängd fuktiga och våta miljöer som egentligen inkluderar vitt skilda ekosystem (WWF, Online).

Feuerbach & Strand (Online) menar att våtmarkernas inneboende egenskaper gör att vi kan erhålla flera olika ekosystemfunktioner. Förutom rening av näringsämnen

och biologisk mångfald bidrar våtmarkerna med flödesutjämning som minskar översvämningar, vattenmagasinering för bevattning och produktion av biomassa. Exempel på produkter från våtmarker är: ris, salt, fisk, kräftor eller grön biomassa för energiframställning. Ur naturens synvinkel fyller den helt olika funktioner för olika arter och skiftar dessutom under året från allt ifrån skafferier till häckningsplats och hem (Feuerbach & Strand, Online).

Våtmarkens typ bestäms av hur området påverkas av vilka hydrologiska och hydrokemiska förutsättningar som råder på platsen (WWF, Online). Limnogena våtmarker är till exempel ett samlingsbegrepp för en stor variation våtmarkstyper som bildas vid åar, älvar och bäckar och beror främst på vattnets rörelse. Exempel på limnogena våtmarkstyper innehåller strandskog, buskmark, strandäng, mader, grunda vatten med flytbladsvegetation, undervattensvegetation och vassbälten. De limnogena våtmarkstyperna förekommer ofta blandade, övergående i varandra med en stor variation inom gradienten vattenstrandvegetation till landstrandvegetation. I dessa våtmarker förekommer ofta i det naturliga tillståndet en markant vattenståndsvariation. (WWF, Online)

För identifierandet av våtmarkstyper och blågröna landskap som kan skapas i norra Sunnersta har Examensarbetet Urbana Regnskogar skrivet av Landskapsarkitektstudenten Lina Fors från SLU Alnarp 2015, URBIOs projekt Urbana Vångar (Online), Jordbruksverkets Skötselhandbok för gårdens natur- och kulturvärden (1998), Feuerbach & Strands *Vatten och*

mångfald i jordbrukslandskapet (Online) samt WWF (Online) fungerat som inspiration och vägledning.

Applicerat på projektområdet tolkar jag in att limnogen våtmarker är den våtmarkstyp som kan utvecklas i Bäcklösa bäckrum och översvämningssonen som inkluderar våtmarksterrassen, biflödet och översvämningssdammen dit Bäcklösabäcken kan svämma över vid höga flöden. Översvämningssonen, -dammen och biflödet kan utvecklas till våtmarkstypen sumpkärr, beroende på hävd. Våtmarksterrassen kan utgöra mad, vassbälten och strandängar men kommer enligt föreslagen förvaltning inte utvecklas till fullskalig buskmark eller strandskog då ingen större vegetationsvolym av lignoser eftersträvas på grund av bäckstråkets önskade öppna karaktär.

De fördröjnings- och reningsdammar som kommer ta hand om dagvattnet innan anslutning till Bäcklösabäcken har liknande förhållanden som våtmarkstypen myr av undertypen kärr och kan därför inspireras av liknande naturliga referenslandskap. De påverkas inte av limnogen vatten då översvämning till dessa från Bäcklösabäcken inte är möjlig utan får sitt vatten från nederbörd, samt avrinning av ytvatten och grundvatten. Stora ytor i parken kommer även utgöras av fuktängar, vilket betyder öppen fuktig till våt mark på mineraljord utan påverkan av limnogen eller marint vatten. Många olika typer av fuktbiotoper kommer kunna skapas i projektområdet i stort, ett axplock av dem ger jag uttryck för i strategiska skyfallsplanen och i illustrationsplanen, men de jag utvecklar vidare är bäckrummet, de tre dagvattendammarna och en fuktbiotop på en bostadsgård. För recipienten Bäcklösabäcken som 1) biflöden

2) översvämningssdammen och ny sektionsprofil, tvåstegsdike, där strandängar och åmader skapas i anslutning till bäcken samt översvämningssdammar liknar kärr som med tiden kan utvecklas till sumpskog utan hävd.

Det avrinnande vattnet från området kan utgöra en mängd olika dagvattenkomponenter i dagvattenkedjan, en del av de mer urbana elementen t. ex. en eventuell torgyta, som töms och/eller dräneras helt väljer jag växter anpassade för fukt och sumpzon, medan jag i fördröjnings- och reningsdammar i slutet av dagvattenkedjan (innan anslutning till Bäcklösabäcken) överensstämmer med fuktbiotopen kärr och för dammar således behöver välja växtmaterial från fukt-, sumpzon och grunt vatten samt sumpzon, fuktzon och översvämningsszon i gradienten på slänter mellan land och vatten.

I en bostadsgård kan exempelvis fukt- och sump- och vattenbiotoper utvecklas i sänkor eller regnbäddar, dränerade eller ej, och bäckar eller översilningsytor kan bilda tillfälliga fuktbiotoper, regnbäddar, fuktängar, etc. Mer eller mindre intensiva gröna tak kan bilda biotoper från en mängd olika vegetationstyper från gräs och örter till perenner och lignoser från torra till fuktiga och även permanent vatten beroende på konstruktion, funktion och förvaltning (Fjendbo Møller, 2013-09-18).

1.6.1.2. MARK OCH JORDSAMMANSÄTTNING

Jordsammansättningen är viktig för funktionen att hålla och fördröja vatten och därför en förutsättning för dagvattenhantering. Till exempel har en jord med stor andel organiskt material potential att absorbera mer vatten (Watson & Adams, 2011). Bockhorns föreläsning *Water movement in soils* på Köpenhamns universitet (2013-09-09) redogör för förutsättningarna för en annan vanlig typ av lokal dagvattenhantering, nämligen att infiltrera dagvatten i marken där förutsättningar för detta finns. Markens kapacitet att infiltrera vatten varierar stort och beror på fyra faktorer:

- Jordsammansättning (textur) består jorden främst av -ler (<0.002 mm), -silt (0.002 mm – 0.02mm), -sand (0.02 mm – 2 mm) -grus (>2mm)
- Jordstruktur: kompakterad eller lucker, micro- eller macroporer, aggregat, etc.
- Jordfukt
- Avstånd till grundvatten

Jordens förmåga att ta upp vattnet beror på djup till grundvattennivå och hydraulisk konduktivitet. Den hydrauliska konduktiviteten är jordens förmåga att transportera vatten genom dess porer vilket beror på permeabilitet och mättnadsgrad. Enheten Ksat (m/s), som står för mättad hydraulisk konduktivitet, beskriver vattnets rörelse genom ett mättat medium och brukar användas för att bestämma infiltrationskapacitet. För att visa på skillnaden i infiltrationskapacitet kan detta exemplifieras med att vattnets rörelse i grus är 10⁻³ - 10⁻¹ jämfört med en lera (som i norra Sunnersta förf.anm.) som har ett Ksat på 10⁻¹⁰ - 10⁻⁶, alltså betydligt mindre vattenrörelse (Bockhorn, 2013-09-09).

Vid planering för dagvattenhantering bör en ordentlig kartering göras gällande jordens förutsättningar för infiltration i marken i både horisontal- och vertikalled.

I detta projekt kommer jag inte arbeta med infiltration som slutlig lösning för dagvatten av tre anledningar: jordarten som finns i området består av mäktig lera (se Analys: Jordartskartering, s.55) vilket generellt ger dåliga förutsättningar för infiltration, infiltration av vatten är ej tillåtet öster om Dag Hammarskjölds väg på grund av närheten till grundvattenmagasin i åsen (se Analys: Grundvattenförhållande, s.55) och slutligen att det råder artesiska förhållanden i närheten av grundvattenmagasinet i projektområdets östra kant (Ahlgren, Email: 2015-03-11). Däremot kommer jag använda mig av en modifierad mark och jordsammansättning för att infiltrera, fördröja och rena vatten i regnbäddar på bostadsgården (se s.83).

1.6.1.3 REGNBÄDDAR

I bildandet av mer eller mindre tillfälliga fuktbiotoper för dagvattenhantering finns alternativet att skapa regnbäddar som genom sandbaserad växtjord och dräneringslager skapar växtbäddar som kan motta stora regnmängder genom att vattnet samlas, infiltreras och ibland dräneras bort. En regnbädd består av tre olika materiallager: Växtsubstrat, övergångslager mellan substratlager och bottenliggande dräneringslager (FAWB. 2009). I urbana regnbäddar dräneras överskottsvatten i fördröjningszonen ofta bort med en tömningstid på 12-48 timmar för ge plats åt eventuella nya regn och förhindra myggbildning (Fridell & Jergmo, 2015). Detta beror dock på vilken effekt mellan rening och dagvattenhantering som vill uppnås samt vilken vegetationstyp som används. För reningens skull hålls vattnet kvar så länge som möjligt men 12-48-timmarsregeln bör hållas för att inte skapa en allt för anaerob (syrefattig, förf. anm.) miljö (Wellander, 2015, s.6). Vilken regnbäddstyp som passar bäst beror på den omkringliggande miljön, exempelvis om det är ett gaturum, parkmark eller en bostadsgård. Om terrassen består av genomsläppligt material är artificiella avvattningsystem (dräneringsrör) ofta onödiga men om terrassen exempelvis innehåller mycket ler kan dränering förhindra att stående vatten skapar anaeroba förhållanden för växterna. (Wellander, 2015)

Vad gäller utformningen av regnbäddar, som jag kommer använda mig av på bostadsgården, utgår jag ifrån Fridell & Jergmos (2015) definitioner, där de delas in i fem olika typer beroende på uppbyggnad och avvattningskonstruktion vilket ger olika ståndorts-

förhållande och i sin tur olika växtval. Examensarbetet *Systembeskrivning av regnbäddar - Från ståndort till växtfysiologiska och morfologiska egenskaper* skrivet av landskapsarkitektstudenten Åsa Wellander (2015) har varit till stor hjälp med att förstå ståndortsförhållandet i respektive regnbäddstyp. Fridell & Jergmo (2015) beskriver de fem olika regnbäddstyperna och Wellander (2015) förklarar dessa och letar inspiration till växtval i naturliga vegetationstyper från ståndortsförhållanden som liknar respektive regnbäddstyp. Regnbäddarnas ståndorter skiljer sig åt beroende på utformning och avvattningskonstruktion och kan skilja sig från torra sandstrandsbiotoper till aningen mer fuktiga marker vid konstruktion med vattenlås som möjliggör kvarhållande av vatten (Fridell & Jergmo, 2015).

1.6.2. GRÖNSTRUKTUR OCH VÄXTER I DAGVATTENHANTERINGEN

Att anlägga grönska i stråk som sammanfaller med vattnets naturliga avrinningsväg ger förutsättningar för grönskan att samspela med dagvattenhanteringen eftersom växterna med en sådan lösning får vatten naturligt och samtidigt kan bidra stort till dagvattenhanteringen och klimatanpassning (Wingren et al. 2015).

Vad gäller växtval för dagvattenhantering bidrar en mängd källor till detta avsnitt och växter listas i en växtlista som finns presenterad längre bak i arbetet som kan användas till de olika vattenanläggningarna (se s.94). För växter med översvämningsstolerans bidrar ett våtmarkskompendie från en masterkurs i dynamisk vegetationsdesign från SLU Alnarp, skrivet av Mårten Hammer, 1989, fd. forskare i Landskapsutveckling på SLU, samt examensarbetet Lignoser i vattnets väg av Appelgren & Lanevi (2010). För växter till dagvattendammar har Svenskt vatten (2011), Vegtech (Online) och examensarbetet Vegetation för öppna dagvattenanläggningar: användningsområden och utformning i en stad (2010) skrivet av Malin Larsson, landskapsingenjör, varit till stor hjälp vad gäller växtval för rening av dagvatten. Övriga källor som använts är: Florgård & Palm (1980), Dunnett & Clayden (2007), Dunnett & Hitchmough (2004), Fridell & Jergmo (2015) och Sjöman & Slagstedt (2015).

1.6.2.1. VÄXTERNAS FUNKTION I DAGVATTENHANTERINGEN

Svenskt vatten (2011) skriver i P105 - Hållbar dag och dränvattenhantering (...). att användningen av växter som en del av dagvattenhanteringen ger många fördelar genom dess estetiska, tekniska, och renande funktioner. Växternas funktion beror på växtval och hur de placeras i anläggningen. De kan till exempel hjälpa till att rena vattnet, fördröja och utjämna flödestoppar och växternas rötter kan minska risken

för erosion av slänter, bäckfåror och stränder samt bidra till ökade infiltrationsmöjligheter då de håller kanaler öppna ner i marken. I dammar eller våtmarken hjälper våtmarks- och vattenväxter till att öka avdunstningen av vatten och minskar flödes hastigheten i vattendrag genom att utgöra ett mekaniskt motstånd för vattnet vilket minskar dess hastighet och flödesenergi. (Svenskt vatten, 2011, s.87) Växtligheten ger också livsutrymme för insekter, fåglar och smådjur vilket bidrar till en större ekologisk mångfald. Växtlighet kan skugga marken vilket bidrar till minskad avdunstning och att temperaturen hålls nere, och har på så vis en viktig roll i klimatanpassningen utöver själva vattenhanteringen (Boverket, 2010b). Ur gestaltungs-perspektiv kan en lågvuxen vegetation bjuda in till lek på grunda stränder med till exempel hoppstenar och spånger, medan en hög och tät vegetation kan fungera som en barriär (Svenskt vatten, 2011, s.87). Växter och vegetation i kan ha en renande funktion i dagvattenanläggningar genom att de ökar sedimentation av partiklar och tungmetaller, resuspension (Fridell & Jergmo, 2015) filtrerar, absorberar och adsorberar vissa ämnen, tar upp närsalter via rötter och bladverk hjälper denitrifikationsprocessen som minskar övergödning (Svenskt vatten, 2011, s.87). Växterna skapar även positiva effekter under vintern genom att vegetationen bildar kanaler genom eventuella isskikt i anläggningarna. Isen smälter snabbare vid stammar från vegetation som skapar kanaler för vatten, koldioxid och syre vars utväxling är en förutsättning för vegetationens övervintring (Fridell & Jergmo, 2015, s.7).

1.6.2.2. VÄXTER OCH VATTENKVANTIETER

Växterna använder en viss mängd vatten genom evaporation och transpiration (se diagram hydrologiska begrepp på s.3) vilket gör att de kan användas för att omhänderta vattenkvantiteter i dagvattenhanteringen (Wang, 2013). En annan viktig del av evapotranspirationen är interceptionen, den direkta avdunstningen av regn som faller på blad, barr och grenar.

Mycket av regnet kan fångas upp på detta sätt utan att ens nå marken. Alla stora träd bidrar till interception, men granen (*Abies ssp.*) och (*Picea ssp.*) går i spetsen av de svenska trädslagen. Interceptionen kan göra en stor skillnad för dagvattenhanteringen inte minst under häftiga sommarregn då träden är lövade (Persson, 1990, s.11) men vintergröna barrträd som gran (*Picea ssp.* och *Abies ssp.* och tall (*Pinus ssp.*) ger stor effekt året om (Sjöman & Slagstedt, 2015, s.344). Både annueller, perenner, träd och buskar kan användas i dagvattenhanteringssyfte (Dunnett & Clayden, 2007, s.170). De allra flesta växter har förmågan att omsätta betydligt mer vatten än de gör under en normal vegetationsperiod (Florgård & Palm, 1980, s.53). Hur mycket vatten växterna förbrukar beror på dess storlek, uppbyggnad, rotsystem och bladmassa (Wang, 2013). En varierad vegetation ökar vattenupptaget och förmågan att omhänderta föroreningar i vattnet jämfört med klippt gräs (Dunnett & Clayden, 2007, s.15). Till exempel är svackdiken med ängslika planteringar mer effektiva än kortklippt gräs, vilket beror på att änsvegetationens högre struktur ökar fördröjningsmöjligheterna i växterna och rötterna är mer robusta vilket bidrar till en ökad vattenupptagning ur marken (Dunnett & Clayden, 2007, s.110). Vad gäller träd så har vanligen lövträd större vattenförbrukning än barrträd och de lövträd som har störst vattenförbrukning är sälg- och pilarter (*Salix sp.*), poppelarter (*Populus sp.*) och björk (*Betula sp.*) (Florgård & Palm, 1980, s.53).

1.6.2.3. TRÄD OCH DAGVATTEN

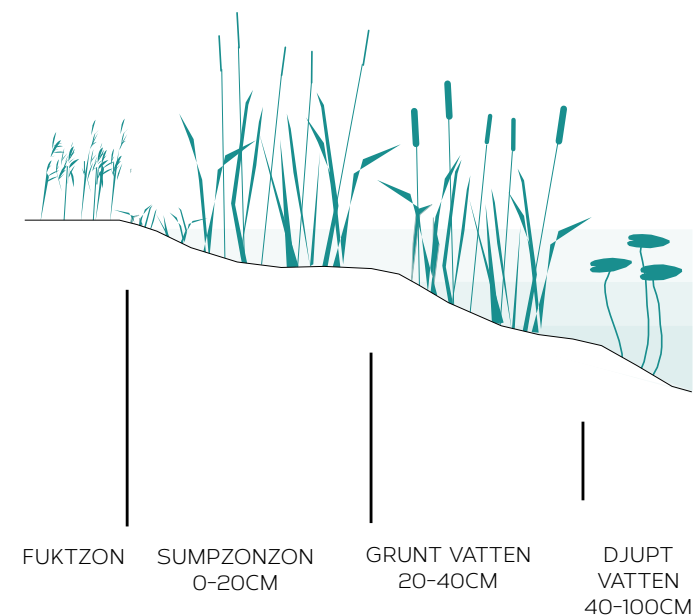
Träd är ett kostnadseffektivt sätt att hantera dagvatten eftersom stora mängder regnvatten kan tas om hand, samtidigt som det skapar andra mervärden (Boverket, 2010). Florgård & Palm skriver (1980) om Vegetation i dagvattenhanteringen att artvalet för dagvattenhantering beror på i vilken typ av anläggning träden ska placeras och i vilken typ av lokal, om det till exempel gäller en regnträdgård i ett gaturum eller

är det i en översilningsyta i ett parkrum. Vidare beskrivs att en väl-dränerad jord i princip kan fungera för alla typer av vegetation för ändamålet men förmågan att klara extremt fuktiga förhållanden är specifik för vissa arter (Florgård & Palm, 1980). Om tillförseln av dagvatten gör att grundvattentan stiger upp i eller i närheten av rotzonen är klibbal (*Alnus glutinosa*), glasbjörk (*Betula pubescens*) och gråal (*Alnus incana*) bra växtval då de klarar att stå blött under kortare perioder. Även pil, sälg och poppelarter tål vattenrik och tät jord. I strömmande och syrerikt vatten kan även ek (*Quercus robur*) och ask (*Fraxinus exelsior*) trivas. En djup och väl-luftar markprofil som kan genomrotas maximalt är det optimala för att växterna bäst ska utnyttja så mycket som möjligt av tillfört tillskottsvatten (Florgård & Palm, 1980, s.53). I Sverige kan dock inga träd, varken inhemska eller exoter, stå i vatten permanent då de kan skadas av syrefattighet eller få problem med invintringen (Sjöman & Slagstedt, 2015, s.345).

1.6.2.4. VÄXTVAL FÖR VARIERANDE VATTENTILLGÅNG

Vid växtval för öppna dagvattenanläggningar är det viktigt att tänka på att vattennivån varierar. Detta beror både på vilken utformning och funktion dagvattenanläggningen har, i kombination med årstidsvariationer gällande nederbörd. Växtvalet skiljer sig därför stort mellan en permanent damm och ett fördröjningsmagasin, t.ex. översilningsyta eller regnträdgård, där det inte förkommer något permanent vatten utan har vattennivåer som varierar stort mellan låg, eller obefintlig i torrperioder, till hög efter stora nederbördstillfällen. (Svenskt vatten, 2011, s.87). För dagvattenlösningar med syfte att hålla vatten i landskapet, skapa fukt- och vattenbiotoper som exempelvis främjar dagvattenhantering genom en fördröjningsvolym och rening, kan växter i hela spannet mellan vått och torrt användas, dock med egenskapen tork- och översvämningstolerans. I regnträdgårdar, däremot fungerar inte alltid våtmarksväxter, sitt namn till trots, då de inte är en

våtmark med konstant hög fuktighet. Växterna i regnbädden ska vara anpassade till torra till friska förhållanden vad gäller vattentillgång (Fridell & Jergmo, 2015, s.10). Regnträdgårdens utsätts för mycket oregelbunden vattentillgång, dock beroende på avvattningskonstruktion och design, och består av en gradient av fuktighetsnivåer där det finns möjlighet att kantväxterna aldrig översvämmas eller våts ner. Trots att en regnbädd osannolikt torkar ut helt i vårt tempererade klimat behövs någon grad av torktålighet (Dunnett & Clayden, 2007). Fridell & Jergmo (2015, s.10) menar att det är vegetation från naturmiljöer som regelbundet svämmas över, som i strandzonen vid hav, sjöar och vattendrag lämpligt växtval kan hittas till denna typ av anläggning. De växter som är bäst lämpade för dessa förutsättningar har en så kallat intermediär-strategi, en bred växtamplitud, vilket innebär att de ofta återfinns i närheten av vatten, i områden med fuktig jord eller habitat som suger åt sig stora mängder nederbörd under vissa årstider, exempel på detta är prärieväxter eller ängsväxter. Dunnett & Clayden menar att växter som typiskt växer i fuktiga habitat har en större benägenhet att klara sig bättre i torra situationer (2007, s.169). Exempel på sådana arter kan vara olika gräs, tåg- och starrarter och gul svärds-lilja (Svenskt vatten, 2011, s.88). Växter anpassade till torra förhållanden klarar däremot sällan vattenmättade jordar eller översvämningar (Dunnett & Clayden, 2007, s.169). Florgård & Palm säger (1980) att alla typer av vegetation kan utnyttjas för lokalt omhändertagande av dagvatten under väl-dränerade förhållanden. Dagvattenanläggningar med zoner av olika fuktighetsgrad ger möjlighet att öka den biologiska mångfalden (Dunnett & Clayden, 2007, s.125).



Figur 8. Fuktzoner. Våtmarksväxter kan delas in utifrån zonerna i figuren ovan. Illustration av författaren efter Dunnett & Clayden (2007, s.169).

1.6.2.5. VÄXTVAL FÖR VÅTMARKER OCH DAMMAR MED PERMANENT VATTENSPEGEL

Vad gäller växtval för våtmarker och dammar kategoriseras även dessa efter zoner med olika relation till vatten i fuktzon, sumpzon, grunt vatten och djupt vatten (se Figur 8. Fuktbiotoper zoner, s.29). I en konstgjort tätad damm begränsas spridningen av vattnet i marken efter fuktzonen med någon typ av tätskikt. Växter placerade utanför denna kant förblir opåverkade av vatan från dammen. I dessa kanter kan växter väljas som passar in visuellt med våtmarkskaraktären utan att för den delen passa fuktbiotopen som ståndort, utan tillhör ståndorter av friska eller torra slag beroende på rådande platsspecifika förutsättningar. (Dunnett & Hitchmough, 2004). Svenskt vatten skriver (2011) att växter bör väljas med funktionen i första hand och estetiskt hänseende i andra hand. Exempelvis kan vass och kaveldun placerade ovan vattenytan bidra med näringsupptag, skugga vattenytan och påverka mikroklimatet bland annat genom att isolera vintertid. Gul svärdsilja, fackelblomster och kabbeleka bidrar här med estetiska värden. Starr, vass, mynta och kaveldun placerade i och vid vattenytan kan filtrera partiklar och reducera strömning. Växter som vass, kaveldun, rörflen och starrarter som har kraftigt rotsystem eller rotstam stabiliserar sediment och minskar erosionsrisken, tar upp näring och bidrar till nitrifikation och denitrifikation i kvävetets kretslopp och förhindrar på så vis övergödning. (Svenskt vatten, 2011, s.88) En analys av vattnet bör göras för att veta vilka föroreningar vattnet behöver rensas ifrån. Generellt sätt kan sägas att vatten från hårt trafikerade ytor ger stor föroreningshalt i det avrunna vattnet (Dagvattenguiden, Online).

1.6.2.6. VÄXTVAL FÖR BÄCKRUMMET

I rinnande vatten, som i bäckar, åar och andra vattendrag, är temperaturen lägre och vattnet både mer syrerikt och näringsrikt än i ett stillastående vatten, som till exempel en damm. Vanligen utgörs denna typ av växt av smala eller trådlika former. Samma växt ser vanligen mycket olik ut om den skulle placeras i ett stillastående vatten. I denna typ av miljö med vatten i rörelse är växterna periodvis utsatta för stora mekaniska påfrestningar och växterna måste tåla regelbunden översvämning och störningar. Flödes hastigheten på vattendraget spelar stor roll för antalet växter som tål påfrestningarna. Vanligen är antalet växter i vattenströmmen begränsade och vegetation längs med strandkanterna utgörs troligt av ruderalväxter som tolererar periodvisa påfrestningar. (Dunnett & Hitchmough, 2004, s.217) Växter placerade i vattendrag måste möta ovanstående krav men kan då bidra med många fördelar. Växterna kan sakta ner vattnets flödes hastighet och dess rötter bidrar till att minska risken för erosion av slänter, bäckfårar och stränder (Svenskt vatten, 2011, s.87). Dunnett & Hitchmough förespråkar uteslutande en användning av inhemska arter vid bäckar och våtmarker som är sammanlänkade med andra blåstrukturer i landskapet för att minska risken för invasiva arter att konkurrera ut inhemska och rubba den ekologiska balansen (2004, s.225).

1.6.2.7. VÄXTER FÖR REGNTRÄDGÅRD I URBAN MILJÖ

För dagvattenhantering i urban miljö används ofta perkolationsmagasin eller regnträdgårdar vilka består av någon typ av genomsläppliga växtbäddar (se

avsnitt om regnbäddar på s.53) bestående av exempelvis grus och större stenar, eller ett genomsläppligt markmaterial som permeabel asfalt eller armerat gräs. En regnträdgård kan anläggas med avsikten att infiltrera vatten eller för att fördröja och rena, som en genomströmningsplantering, med dränering till recipient. Träd kan ha en speciellt viktig roll för den urbana dagvattenhanteringen där ytorna är begränsade. För detta är dock markens sammansättning och växtbäddsupbyggnaden en förutsättning för växterna i en trång och kompakt stad. Inget träd kommer kunna bidra med någon större dagvattenhantering om inte växterna etableras och utvecklas väl. Trädets rötter behöver tillgång till utrymme, syre, vatten och näring, vilket exempel kan gynnas med hjälp av skelettjord. Rätt gjort kan avlett dagvatten gynna träden i staden och träden i sin tur ta hand om dagvatten och avlasta VA-systemet. (Sjöman & Slagstedt, 2015, s.287) Sjöman & Slagstedt skriver (2015,s.288) att förhållandena i en växtbädd för dagvattenhantering i hårdgjord miljö varierar extremt men oftare är mycket torra än rejält genomfuktade. Av denna anledning menar författarna att det här är lämpligare att välja arter som kan hantera torra förhållanden, trots att de är del av dagvattenhanteringen, och säkerställa dränering under växtbädden (Sjöman & Slagstedt, 2015 s.290). Under en regnträdgård vars undergrund inte är genomsläpplig och överskottsvattnet inte kan rinna av som ett horisontellt grundvattenflöde behövs dräneringssystem (Florgård & Palm, 1980, s.51).

1.6.2.8. GRÖNA TAK

I Svenskt vatten (2011) framgår att gröna tak minskar ytvavrinningen jämfört med ett traditionellt tak. Den vattenhållande förmågan, växtval och antalet biotoper de gröna taken kan erhålla beror på tjockleken på takets odlingssubstrat. De första gröna taken, som idag är den vanligaste typen, benämns idag som extensiva och består ofta av tunna Sedummattor med relativt begränsad vattenomhändertagande förmåga, vilket snarare bidrar med större effekt för den biologiska mångfalden än för stadens vattenförhållanden (Svenskt vatten, 2011). Gröna tak har utvecklats från extensiva gröna tak med en substratsmängd på <100mm till både semi-intensiva, 100-200mm, och intensiva med volymmässigt mycket större substratssvolym (>200mm) (Fjendbo Møller, 2013-09-18). Den ökade substratsmängden möjliggör både större vattenhanteringsvolym och fler vegetationstyper inklusive allt från gräs och örter till perenner och lignoser vilka även kan bilda diverse fuktbiotoper, från torr till fuktiga och även permanent vatten beroende på konstruktion, funktion och förvaltning (Fjendbo Møller, 2013-09-18). På årsbasis är 95% av alla nederbördstillfällen under $T=0,2$) vilket betyder små och normala (Fjendbo Møller, 2013-09-18). I Svenskt vatten (2016) framgår att ett tak med tjocklek på 50 mm förväntas kunna magasinera 5-10mm vilket innebär ett regn med återkomsttid av 6 månader med en varaktighet av 10 min. För regn med större regnvolym än 5mm ökar avrinningskoefficienten successivt och närmar sig 1,0, det vill säga att en större del av nederbörden avrinner då taket vattenfyllts till denna nivå. Taket utgör då en fördröjning av avrinningen. Enligt en sammanställning av gröna taks förmåga att minska avrinningen av dagvatten under en

längre tidsperiod magasineras tunna extensiva gröna tak i medeltal hälften av avrinningen medan intensiva gröna tak i medeltal magasinera 75% av avrinningen (Svenskt vatten, 2016).

1.6.3. ATT TA MED TILL SUNNERSTAPROJEKTET:

- Vegetation bidrar med dagvattenhanteringen både vad gäller kvalitet, kvantitet och gestaltning.
- Mest effekt fås genom vegetation av stor kvantitet och kvalitet, gärna större barr-och lövfällande lignoser som har stor evapotranspirations- och interceptionsförmåga.
- Gröna tak bidrar till LOD vid små nederbördsmängder, och fördröjning vid större
- Vegetation ger möjlighet till att hålla kvar och/eller fördröja vatten, s.k. LOD, på sätt som ger mervärden för både människor, växter och djur.
- In med det naturalistiska och vilda!

Eftersträva exempelvis äng istället för kortklippt gräs. Om gräsmattan omvandlas till ett mer naturalistiskt tillsånd, till exempel ängsmark av höga gräs och ängsvegetation, bidrar det med att hålla vatten, minska vattenkvantiteten, avrinningshastigheten (främst i slänter) och reducera skötselbehoven för vattning och klipp stort.

- Utnyttja vatten och vattenvägar för att ge röd-grön-blå kvaliteter genom att kombinera gröna och blå komponenter. Vattenhantering och återanvändning, vatten- och fuktmiljöer, biologisk diversitet, estetik, pedagogik, rekreation, svalka, odling, möten.
- Utnyttja fuktbiotoperna och gradienternas potential för en biologisk mångfald.
- Att etablera flerskiktat bestånd av träd och buskar i fuktbiotoperna restaurerar naturliga hydrologiska funktioner. Fuktbiotoperna fungerar som en naturlig tvättsvamp som suger åt sig vatten i varierande vattentillstånd.
- Växtval anpassas till typ av anläggning och placering i anläggning

- Växter med vid amplitud bör eftersträvas för att säkerställa förmågan att klara varierande vattenmängder.

1.7. DESIGN FÖR DYNAMIK

- Utveckling av Bäcklösabäcken

1.7.1. DESIGN AV VATTENDRAG

En bok som varit viktig för den kunskapsinhämtande processen gällande utveckling och design av Bäcklösabäcken är *River. Space. Design. Planning Strategies, Methods and Projects for Urban Rivers* (2011) skriven av Martin Prominski, Antje Stokman, Daniel Stimberg, Susanne Zeller, tyska forskare och professorer i landskapsarkitektur samt civilingenjör Hinnerk Voermanek. Boken är en systematiskt organiserad referensbok för design av urbana vattendrag i offentliga miljöer som både beaktar skydd mot översvämningar och ekologiska och sociala värden. Denna bok har gett mig kunskap om hur vattendrag fungerar och hur de kan utformas för olika syften beroende på sina platsspecifika förutsättningar i en semi-urban kontext.

1.7.2. GÖRA RUM FÖR VATTEN

Design av urbana vattendrag kombinerar ofta många funktionella krav på begränsad yta samtidigt som den ska fungera med den naturliga inneboende dynamiken hos vattnet självt. Prominski et al. (2011) är noga med att poängtera hur viktigt det är att förstå hur vattendrag fungerar, vilka inneboende egenskaper och krafter de besitter, vilka processer som påverkar dess form och rörelse i landskapet och rummen de rör sig genom vilket ger förutsättningen för att kunna designa för vattendrag och de vattenrum som ska skapas. Vattendrag är komplexa system inom vilka fysiska, kemiska och biologiska processer sker som också påverkar varandra. Det är en komplex vetenskap men en nyckel för förståelsen är insikten om att det handlar om en kraft och ett rum i ständig förändring. De processer som undersöks i detta arbete begränsas till de fysiskt

operativa processerna eftersom de är dominerande för formgivningen av vattenrum med vatten i rörelse.

Prominski et al. (2011) menar att de fysiska processtyperna huvudsakligen kan delas upp i två olika typer av dynamik, vardera med två underprocesser:

1. Temporär flödesfluktuation
 - Vertikal vattennivåfluktuation
 - Lateral vattenfluktuation
2. Morfodynamiska processer
 - Sedimentationsförflyttning i vattendraget
 - Vattenkanalens självdynamiska utveckling

1.7.2.1. TEMPORÄR FLÖDESFLUKTUATION

-Vertikal vattenfluktuation, vattennivå i höjdlid
Flödesmängden och nivån i ett vattendrag förändras nästan dagligen men märks mest vid extremt högt eller extremt lågt vattenstånd. Vattennivån i vattendraget och vid översvämning av översvämningsområden (eng. flood plains) är direkt korrelation till avrinningen från avrinningsområdet. I enlighet med det utrymme som är tillgängligt och motståndet (eng. roughness) på vattendragets kanter, botten och omgivande översvämningsområde ger avrinningshastigheten en viss korresponderande vattennivå. Denna relation kan beskrivas i varje punkt längs med vattendraget som förhållandet mellan vattennivån och avrinning. Höga flöden beskrivs generellt i enheten m³/s alltså som flödesvolym och inte i vattennivå. Olika vattenvolymer, både höga och låga, ger olika konsekvenser för ekosystemet och

människans användning. Höga vattenstånd och översvämning är en risk för närliggande områden och kan förändra artsammansättningen i ett ekosystem genom kraften och graden av översvämning, medan torka eller mycket låga vattenstånd kan vara en stor belastning på ekosystemet (Prominski et al. 2011, s.21).

-Lateral vattenfluktuation, vattenspridning i sidled
Mindre ökningar i avrinningsvolym kan oftast hållas inom vattendragets kanal men vid höga vattentillstånd kan vattendragets banker översvämmas och breda ut sig över översvämningsområdet i det omgivande landskapet. Att vattnet översvämmas har en förbättrande effekt på vattenflödet då det omgivande landskapet vanligen utgör ett större motstånd vilket minskar vattnets energi och dess vertikala höjd och flödes hastighet minskar (Prominski et al. 2011, s.21).

När vattendraget inte formgivits av människan begränsas översvämningen till dalgångens gräns. Åtgärder som skyddar mot översvämning, exempelvis vallar, skapar konstgjorda begränsningar för vattenspridningen och begränsar på så vis översvämningsområdet (Prominski et al. 2011, s.21).

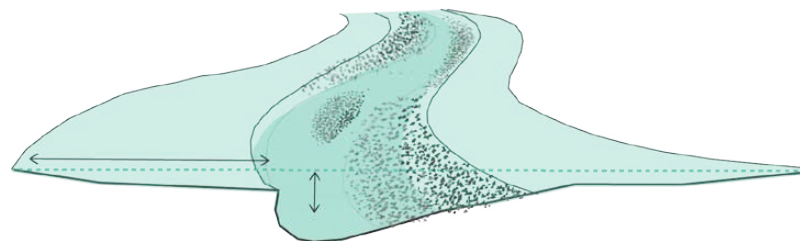
1.7.2.2. MORFODYNAMISKA PROCESSER

Prominski et al. (2011) menar att vattendragens utseende i landskapet representerar resultatet av en komplex morfodynamisk utveckling. Drivkraften är vattenströmmen, vilket på grund av dess många och komplexa underprocesser knappt kan beskrivas på ett begripligt sätt genom vetenskaplig metodik. Detta gör att exakta förutsägelser över vattendragets utveckling inte är möjlig men i huvuddrag kan beskrivas som följer. Vattnets flöde orsakar erosion och sedimentation längs vattendraget vilket gör att vattenrummet (eng. river space) utsätts för ständigt pågående morfologisk förändring. I dessa morfodynamiska processer kan (1) sedimentationsförflyttning i vattendraget, urskilja sig från (2) vattenkanalens självdynamiska utveckling. Sedimentationsförflyttning i vattendraget uttrycks främst genom flodbäddens karaktär och struktur och är till viss grad reversibel. Med den inneboende dynamiken hos ett vattendrag förändrar vattendraget sin sträckning vilket ger en irreversibel omstrukturering av hela vattenrummet (Prominski et al, 2011, s.22).

En primär ström för vattnet nedåt genom avrinningssområdet till dalgången. En sekundär ström består av roterande vatten runt den primära strömmens riktning vilket orsakas av de olika flödes hastigheterna nära flodbankarna där vattnets hastighet minskar på grund av friktion, och flödes hastigheten i den primära strömmen som är större. Ett sekundärt flöde bildas som tvingar upp vatten på sidorna och drar ner det i mitten. Två motsatta spiralflöden bildas. Där vattendraget kröks i landskapet koncentreras och accelereras det yttre spiralflödet, medan flödet på insidan av kurvan saktas ned eftersom sträckan är kortare (Prominski et al., 2011).

- Sedimentationsförflyttning i vattendraget
Det långsammare flödet på insidan av vattnets kurva leder till sedimentationsavsättning och en avlagringsslänt skapas. På kurvans utsida eroderas flodbanken av det snabba flödet och fördjupar flodbädden. Därför är en sektion av vattendraget asymmetrisk, flodbanken på insidan av kurvan är platt och i den yttre urgröpta banken finns en djupare kanal. Det sekundära flödet gröper ur en kanal i flodbädden som när vattnet är lågt transporterar det mesta av avrinningen. Denna kallas den lägre vattenkanalen. Som ett resultat av centrifugalkraften från de virvlande flödena meandrar den lägre kanalen från den ena sidan av flodbädden till den andra, alltid på den yttre kanten av kurvans utsida. I sektioner där flodbädden är plan kan passager eller trösklar bildas genom sedimentsavlagring. Flodbäddens tillstånd förändras även den ständigt av de dynamiska processerna. Vid liten avrinning är flödet långsammare vilket gör att den djupare kanalen fylls med sediment vilket ger en nästan plan profil på

sektionen. Vid stor avrinning sker det motsatta, flödeskraften är större vilket gör att den djupare kanalen grävs ut ytterligare. Där det finns trösklar eller passager minskar flödes hastigheten, sediment avlagras och flodbädden höjs. Genom detta differentieras vattendragets profil ytterligare, vattnet saktas ner av ojämnheter och skapar virvlar. Genom denna alternerande process av erosion och sedimentation är vattendraget ett självreglerande system och de longituda sektionerna av flodbädden varierar mellan en relativt stabil medelnivå. Hinder som stora stenar och död ved i vattnets väg skapar större variation i flödesprofilen längs vattendraget och skapar varierande flöden som bitvis ger mindre erosion och sedimentationsprocesser vilket kan skapa temporära öar eller sandbanker (Prominski et al. 2011, s.23).



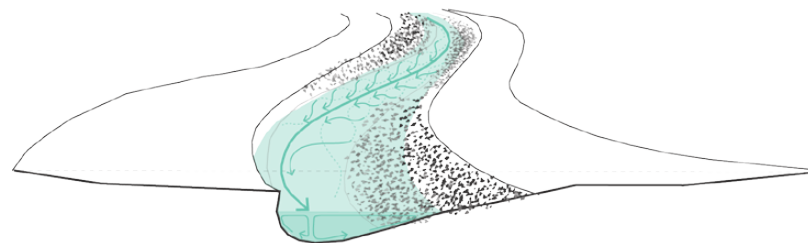
Figur 9. Illustration av vertikal och horisontell flödesfluktuation i ett vattendrag. Av författaren efter Prominski et al. (2011).

-Vattenkanalens självdynamiska utveckling

Ett obegränsat vattendrag förändrar ständigt sin kanal men förändringen sker över så lång tid att den knappt är märkbar. Alla vattendrag förändras genom erosion- och sedimentationsprocesser. Hastigheten på kanalens självdynamiska utveckling beror på formbarheten på den lokala geologin och vattnets dynamik. Vattendrag med brant gradient som utsätts för avrinning från extrem nederbörd kan utvecklas till märkbart snabba tröga och stillastående låglänta vattendrag eller källförsedda bäckar. Meandringen av ett vattendrag är en självförstärkande process, när vattnet flödar snabba på den urgröpta banken på utsidan av kurvan och orsakar ytterligare erosion. När flodbanken vittrar förändras kurvan som uppstår, både på kanten mot dalen och nedströms. På kurvans insida i vattendraget, på den slänt där flödes hastigheten är lägre, avlagras sediment och vattendragets sträckning förändras.

Meandringen blir större och rundare, nästan cirkulär, och när cirkeln nästan försluts kan vattendraget bryta igenom och skära av loopen och processen startar om. Vattendraget skiftar i slingrande rörelse nedströms. Den övergivna loopen blir till en korvsjö som sakta torkar ut och bara fylls när vattendraget svämmar över. Den meandrande formen som uppstår saktar ner avrinningstakten och gör vattnets väg längre i landskapet. Denna morfodynamiska process för vattenkanalens självdynamiska utveckling bidrar också till självreglering av systemet. Till exempel skyddar det systemet från möjligheten att vattendragets form självt skulle förstöras av översvämning eller att strömfåran fördjupas utom kontroll. I den strandnära korridoren (eng. riparian corridor) är dessa dynamiska processer källa till enorm diversitet för en stor mängd habitat för djur och växter. Korvsjöarna utvecklas till områden med stillastående vatten i direkt anslutning till det aktiva

vattendraget. De dynamiska processerna av förnyelse bidrar även till speciella temporära habitat som sand, grusbänkar eller vittrade flodbänkar. (Prominski et al. 2011, s.24)



Figur 10. Morfodynamiska processer i ett vattendrag. Illustration av författaren efter Prominski et. al. 2011.

1.7.2.3. BEGRÄNSANDE PROCESSER

- förutsättningar för design av vattenrum

I River. Space. Design. (Prominski et al., 2011) framkommer att många vattendrag i urbana områden har genomgått radikala förändringar då människan omformat dem både rumsligt och dynamiskt men ofta är restaurering till dess naturliga (läs: av människan obegränsad, förf. anm.) tillstånd varken möjligt på grund av rumsliga restriktioner och översvämningsrisk. För att ta reda på vilket utrymme som finns att styra formgivningen av processbegränsningarna för ett multifunktionellt rum med hänseende till ekologi, översvämningskydd och behaglighet (eng. amenity) och vilka konstruktioner och rumsliga lösningar som passar för vattendraget efter de platsspecifika förutsättningarna behöver processbegränsningarna studeras. Först då, menar Prominski et al. (2011, s.31) att spelrummet för designåtgärder kan urskiljas och processbegränsningarna modifieras.

De rumsliga karaktärerna hos ett vattendrag bestäms och begränsas av två processbegränsningar som svarar på de två processdynamikerna: temporär flödesfluktuation i avrinningen, som påverkar sidobreddningen av vatten, samt morfodynamiska processer, som förändrar vattenkanalens sträckning, förklarade ovan. Processbegränsningarna definieras av Prominski et al. (2011) som:

- (1) Översvämningsgräns och
- (2) Gräns för vattenkanalens självdynamiska utveckling.

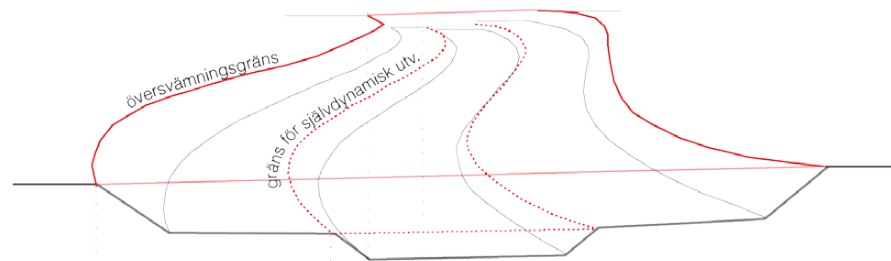
Varje vattendrag som påverkats av människan i ett urbant rum har dessa två typer av gränser och därför är de viktiga för designen av urbana vattenrum.

-Översvämningsgräns

Sidobreddningen av vatten i ett vattendrag är möjlig upp till en viss punkt. Inom detta område kan vattnet variera både i höjd- och sidled. Gränsen talar om att översvämnning inte får ske utanför denna linje.

-Gräns för vattenkanalens dynamiska utveckling:

Till skillnad från utrymmet upp till översvämningsgränsen, kan erosion och sedimentationsprocesser ske inom gränsen som skildras för vattenkanalens dynamiska utveckling. Flodens form kan förändras genom sin egen dynamik och migrering av vattenrännan är möjlig inom gränsen. (Prominski et al. 2011, s.31)

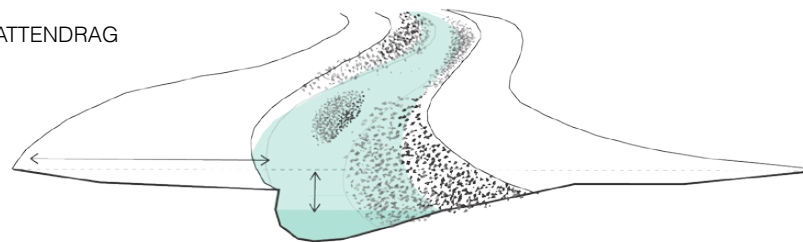


Figur 11. Processbegränsningar i ett vattendrag. Illustration av författaren efter Prominsky et al. (2011. s.32)

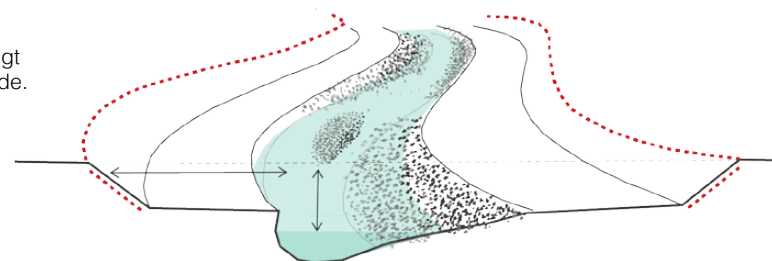
1.7.3. VATTENNÄRA LANDSKAP MELLAN KONTROLL OCH DYNAMIK

I boken *River. Space. Design.* redogör författarna för processbegränsningar och hur de påverkar vattenlandskapen (Prominski et al, 2011). Om en översvämningssgräns (1) är satt sker erosion och sedimentering men kan påverkas. Vattenflödets volym är begränsad till en smalare ränna där vattennivån, de eroderande krafterna, och vanligen flödes hastigheten, ökar. Gränsen för självdynamisk utveckling (2), streckade linjen, förhindrar erosion av bankerna och fördjupning av rännan; den självdynamiska utvecklingen av vattenkanalen minskar. Om den heldragna linjen, översvämningssgränsen (1), förs till vattenkanten finns inget utrymme för översvämning utan bara variation av vattennivån. I sådana vattendrag, vilka vanligen blivit utträtade, kan vattennivån stiga snabbt och starka strömmar bildas vid högvatten, vilket kräver robust förstärkning av både flodbankar och -bäddar för att de ska hålla mot påfrestningarna. Problemen ökar då vattendraget begränsas ytterligare, ju mindre tillgång på utrymme för översvämning, desto större översvämningsskydd krävs, och ju mer flodens inneboende kanaldynamik (eng. channel dynamics) begränsas desto större krafter tär på flodbankarnas och -bäddarnas förstärkningar. Erosion eller större sedimenteringsprocesser kan inte ske och absorberar därför inte strömmens energi. (Prominski et al. 2011, s.33)

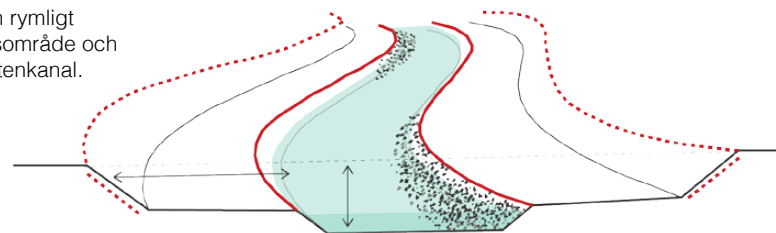
OBEGRÄNSAT VATTENDRAG



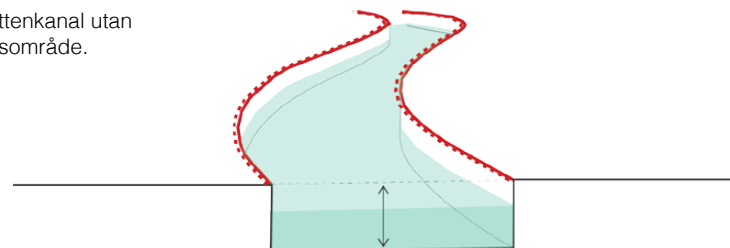
VATTENDRAG MED GRÄNS (1)
Begränsat men rymligt översvämningssområde.



VATTENDRAG MED GRÄNS (1) OCH (2)
Begränsat men rymligt översvämningssområde och begränsad vattenkanal.



VATTENDRAG MED GRÄNS (1) OCH (2)
Begränsad vattenkanal utan översvämningssområde.



Figur 12. Vattendrag med olika satta processbegränsningar ger olika typer av vattenlandskap. Illustration av författaren efter Prominski et al. (2011).

1.7.4. GÖRA PLATS FÖR VATTEN

Beroende på vilka processbegränsningar som satts i vattendraget och de kvarvarande föränderliga krafter som finns i vattendraget kan det inredas på olika sätt.

Boken *River. Space. Design.* av Prominski et al (2011) innehåller en designkatalog av en samling som sammanfattar och identifierar idéer och design-approacher från många olika projekt och presenterar dem i form av designverktyg och åtgärder som kan appliceras på framtida projekt. Katalogen grupperar designverktygen i 5 "process rymder" (process spaces) i vilka de appliceras. I varje processrymd är verktygen uppdelade i undergrupper av designstrategier. (Prominski et al. 2011 s.39) Designstrategierna illustrerar sätt att svara på vattendragets processer i designen av det vatten-nära rummet. De beskriver en approach eller attityd som designern anammat gentemot vattnet; till exempel att tolerera det, följa det, omdirigera det, etc. (Prominski et al. 2011, s.39).

Som grund för kategoriseringen har specifika situationer i urbana vattendrag, främst i europeiskt kontext, studerats i *River. Space. Design.* (Prominski et al. 2011) Där identifieras rumsliga förhållanden och processer (från variation i vattennivåer till morfodynamiska processer, se del Design av vattendrag- Göra rum för vatten s.33) i förhållande till varandra och varierar beroende på processrymden. Dessa områden kallas här process space och kategoriseras i fem skilda kategorier. I process space A - 'Embankment walls and promenades' är bankerna branta och det finns knappt något översvämningsyta tillgänglig. Av denna anledning sker variationer i vattendragets tillstånd vertikalt och morfo-

dynamiska processer är konsekvent exkluderade.

I Process space B - 'Dikes and floodwalls' begränsar stora vertikala element översvämningsområdet på ett visst avstånd från den normala vattenfåran. Både vertikal och horisontell variation förekommer i vattendraget, varför gränserna för denna processrymd bara tillåter mycket småskaliga morfodynamiska processer.

I Process space C - 'Flood areas' innefattas området nära strömfåran som regelbundet är dränkt under den horisontella expansionen varför den rumsliga designen måste arbeta med dessa processer.

I Process space D - "Riverbeds and currents" när floden inte är förtätad på vissa ställen kan motsatt uppbyggnads- och erosionsprocesser äga rum längs med flodbädden vilket ger konsekvenser för flodbäddens och även flodbankarnas form.

I Process space E - "Dynamiska flodlandskap" (eng. Dynamic river landscapes) formas av processer som finns i naturliga vattendrag. Genom att inkludera översvämningsområdet i erosions- och uppbyggnadsprocesserna kan vattendraget ändra hela sin sträckning. (Prominski et al. 2011, s.39)

I kombination med detta handlar platsskapandet om att utnyttja specifika förutsättningar för att utveckla platsens karaktär, vilket jag som landskapsarkitekt kan göra med utformning, vegetation och konstruktioner kombinera vattenrummen med växtlighet och tillgängliggöra bäckrummet på olika sätt.

Reflektion kring RUM- och PLATS för vatten:

Med kategoriseringen av dessa processrymder och processer är att det är enklare att både analysera och angripa designen av ett vattendrag. Vilken approach som väljs, jämfört med hur vi sett på vatten och omformat vattenlandskap historiskt som i del: Vatten i landskapet (s.9), är avgörande för vilken form vattendraget får genom om och hur vi tar oss an vattendragets processbegränsningar. Jag försöker se den roll bäcken spelar i en större landskaplig skala, där det inte är hållbart att skicka problemen nedströms utan betänkligheter men okontrollerad dynamik och förändring av ett vattendrag är inte alltid varken önskvärt eller möjligt utan det är platsens förutsättningar, önskad användning och funktion, etc. som får avgöra vilken approach som ska anammas. I detta arbete väljer jag, baserat på slutledningen från tidigare delar i arbetet, att ha en approach eller ett synsätt där jag försöker hitta en balans mellan att bejaka och kontrollera vattnets dynamiska krafter. Det handlar om att undvika konsekvenserna av för och hård och strikt formgivning, tanken är att kontrollera vattendragets utbredning till en viss gräns och samtidigt använda dynamiken jag ger rum åt. Mina approacher kan urskiljas som "Kontroll!", "Låt gå!" och "Embrace!" på samma gång. Härefter försöker jag designa för de mervärden ett bäckrum mellan kontroll och dynamik har att erbjuda.

Hur jag använder mig av dessa strategier går att läsa mer om i avsnittet *Utveckling av Bäcklösabäcken* på s.89.

DEL 2. DAGVATTENHANTERING I NORRA SUNNERSTA

Detta kapitel är till för att visa projektet i en mindre kontext, ur tidsligt och rumsligt perspektiv där dagvattenhantering appliceras i lokal kontext. I denna del utforskas vad som format projektområdet till hur det ser ut idag och hur det kan komma att se ut framöver.

design av dagvattensystemets utvalda komponenter i området i form av:

- Tre fördröjnings- och reningsdammar
- Regnbädd och fuktbiotop på bostadsgård
- Bäcklösa bäckrum

2.1. Kontext: Att förstå norra Sunnersta

Detta avsnitt beskriver norra Sunnersta fram till idag genom historia, natur och kultur, landskapsanalys och en stadsdelsanalys som jämför området med kringliggande.

2.2. Planer

Avsnittet sätter projektområdet i ett framtidsperspektiv och målar upp en bild av vilka mål och riktlinjer det finns att följa gällande planering av norra Sunnersta

2.3 Dagvattenutredning

Här utreds befintliga förutsättningar, riktlinjer för arbetet och framtida mål med dagvattenhantering i området.

2.4. Inventering och analyser

Flertalet inventeringar och analyser ligger till grund för arbetet med norra Sunnersta. Här redovisas vilka jag använder mig av i en större stadsskala och en mindre, lokal skala.

2.5. Dagvattenhantering - arbetsprocess

Här redovisar jag hur arbetsprocessen gått till för att ta fram dagvattensystem till projektområdet

2.6 Dimensionering och designförslag

Detta avsnitt redogör för dimensionering och fördjupad

2.1 KONTEXT- ATT FÖRSTÅ NORRA SUNNERSTA



2.1.1. INTRODUKTION TILL NORRA SUNNERSTA

Projektområdet, norra Sunnersta, ligger på gränsen mellan Sunnerstas norra kant mot Ultuna ägor samt på åkermarken nedanför Bäcklösa naturområde. Området ligger i sydligaste delen av staden med angränsning till Ultuna i norr, Bäcklösa natur 2000-område i väster, Fyris Årike i öster och är del av Dag Hammarskjölds stråk som i kommunens översiktsplan från 2010 pekas ut som ett utvecklingsområde för att möta stadens tillväxt (Uppsala kommun, 2010). Stråket är förhållandevis centralt och innehåller natur- och jord-

bruksmark med kvaliteter för rekreation och landskapsbild, men utgör också barriär mellan flera stadsdelar. Det ligger i ett band av universitetsverksamheter och andra institutioner som, enligt Uppsala kommun (2010), bör kopplas samman genom tät stadsbebyggelse och parker. Norra Sunnersta benämns som särskilt viktigt för sammankopplingen mellan Sunnersta-Ultuna-Gottsunda vilket föreslås kunna ske genom anläggandet av en ny stadsdelspark (Uppsala kommun, 2010b) (Se Stadsdelsanalys, s.44).



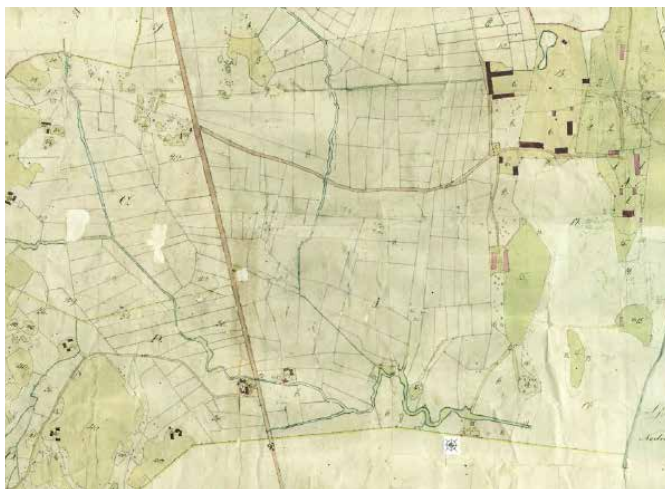
(Bilder från Digitalt museum, se Figur 13 a-e på s.103)

2.1.2. HISTORISK KONTEXT

Detta område är starkt präglad av sin historia, inte minst genom inlandsisen som satt sin prägel på landskapet. Genom isen bildades Uppsalaåsen som går via Gävle genom Uppland, avbryts av Mälaren och fortsätter över Södertörn ut i havet. Åsen spelar en framträdande roll i områdets topografi (Sunnersta egnahemsförening et al. 1987, s.8).

Sunnersta har varit bebott under långa tider. Lämningar och gravhögar visar på mänsklig bosättning redan under bronsåldern (Sunnersta egnahemsförening et al. 1987, s.11). På Sunnerstaåsen finns fornlämningar som visar att området var starkt befäst redan under järnåldern. Exakt tillkomst för Sunnersta by är okänd men Sunnersta torde ha haft en bofast befolkning sedan vikingatid vilket gravfältet vid kyrkan vittnar om. Av skriftliga källor framgår att Sunnersta by vid slutet av medeltiden bestod av fem gårdar och två utjordar, som kan ha varit placerade på åsens västra slutning eller vid den nuvarande skolan. Troligtvis låg här även de första åkrarna (Sunnersta egnahemsförening, 1987, s.12). Fram till 1800-talet var Sunnersta en by med jordbrukare som arrenderade jordbruksmark av kyrkan (Sunnersta egnahemsförening et al. 1987, s.26). Omkring år 1800 kom Sunnersta herrgård att ta över jordbruksmarkerna; man anställde statare och hade torpare på godsets ågor (Sunnersta egnahemsförening et al., 1987, s.31). Norra Sunnersta, projektområdet, har präglats av att delar av området tillhört Ultuna ågor. Till exempel täckdikades markerna av Ultuna lantbruksinstitut vid omvandlingen till ett modernt jordbruk på

slutet av 1800-talet. (Sunnersta egnahemsförening, 1987, s.33) På en karta från 1949 syns de omfattande ändringarna i landskapet sedan 1880-talet. I princip all mark är täckdikad och alla torpställen är borta eller omvandlade till anläggningar för högskolans försöksverksamhet. Den produktiva åkermarken har då bebyggts med bostäder och storskaliga anläggningar för högskolans och statens behov. Jordbruksverksamheten vid Ultuna sattes därmed inte i första rummet som den gjordes när den var en förutsättning för lantbruksinstitutets existens (Sunnersta egnahemsförening et al., 1987, s.40).

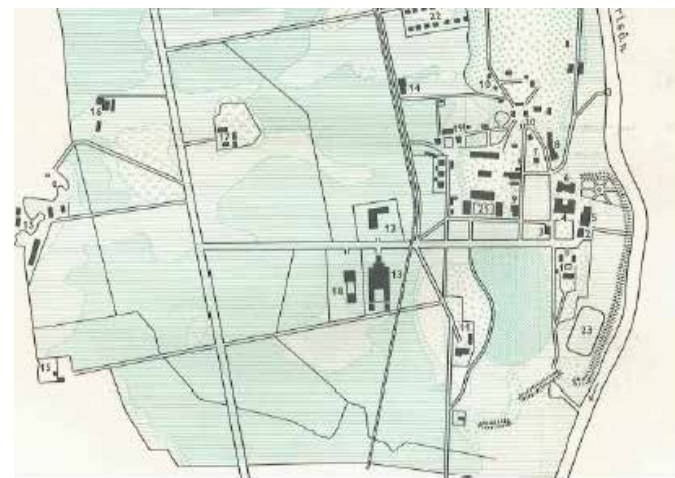


Figur 14a. Karta Ultuna ägomätning från 1861. (Upplandsmuseet och Karavan Landskapsarkitekter, 2014)



Ett historiskt lager:

Vid sökning på Sunnersta och Ultuna på Uppsala museums digitala museum dyker en rad bilder upp vilka speglar aktiviteter och funktioner viktiga för områdenas karaktär. Bilderna som redovisas här representerar bara en liten bit i historien, mellan slutet av 1800-tal till ca mitten av 1900-tal, men präglar området än idag. Bilderna visar jordbruksrelaterade aktiviteter från området samt bäcklösadiket under spårvägen år 1928.



Figur 14b. Karta över Ultuna 1949 från den kulturhistoriska utredningen av Upplandsmuseet och Karavan landskapsarkitekter (2014).

2.1.3. BEBYGGELSESTRUKTURER

Som nämns ovan har området varit bebott långt tillbaka i historien men den bebyggelseutveckling som präglar området idag satte igång i slutet av 1800-talet då det tillkom ett par sommarstugevillor vid sjön Ekoln, i Sunnerstas sydligaste spets men det var inte förrän i början på 1900-talet som exploatering tog fart i större skala. Vid sekelskiftet uppstod en landsbygdspolitisk rörelse som en reaktion på utvandringen och landets dåliga sociala förhållanden. Ur denna strömning föddes egnahemsrörelsen som låg i tiden då Sunnersta var till salu år 1906, vilket gjorde att egnahemsbebyggelsen tog form i området (Sunnersta egnahemsförening et al., 1988, s.62). En del av norra Sunnersta, väster om landsvägen som i söder och i väst begränsas av skogshöjden, var enligt äldre kartor åker och äng. Vid exploatering av området avstyckades tomterna relativt planlöst utmed huvudvägen och vid Flottsund och bebyggelsen blev en blandning av permanentbostäder och sommarvillor (Sunnersta egnahemsförening et al., 1988, s.62). Förutom Drottning Kristinas väg, sedermera Dag Hammarskjölds väg, kopplades Sunnersta ihop med Uppsalas centrum med spårväg på tidigt 1900-tal (Sunnersta egnahemsförening et al. 1988, s.34). Sträckningen Uppsala- Flottsund (Graneberg) gick ner och över Bäcklösabäcken på en banvall som idag fortfarande kan avläsas i området i form av den gång- och cykelväg som är placerad öster om Dag Hammarskjölds väg och kopplar Ultuna och Sunnersta (Egen inventering)(Se bild Spårväg över Bäcklösabäcken, s.41). Stads- och planeringsplaner som började uppföras för Sunnersta 1960 har medfört att många sommarstugor rivits, antalet villor ökat och ked-

jehus tillkommit (Sunnersta egnahemsförening, 1988, s.35). Sunnersta utgör idag ett stort villaområde med fastigheter från många av 1900- och 2000-talets epoker, med liten övervikt för fastigheter uppförda under 1970-talet (Wikipedia: Sunnersta, Online).

2.1.4. NATUR

Största delen av Sunnersta är byggt på vad som tidigare var skogsmark. Norra och östra delen av Sunnersta var tidigare ängsmark och åkermark (Sunnersta egnahemsförening et al. 1988, s.73). I princip hela projektområdet består idag av odlingsmark. Området kantas i öster av ett ålandskap med bred strandzon och våtmarksområden i anslutning till Fyrisån. Växtligheten på våtmarken består främst av olika *Carex* ssp. vass och gräs, vatten- och våtmarksväxter som *Caltha palustris* samt enstaka lignoser (*Prunus* sp. och *Salix* sp.) (Egen inventering) På projektområdets västra sida finns Bäcklösa Natura 2000-område som är ett skyddat naturområde bestående av ett öppnare betat kulturlandskap (*Betula*, *Quercus*, *Prunus*, *Acer*, *Sorbus*, *Corylus*, *Populus*, enstaka *Abies* och *Picea*, *Crataegus*, *Lonicera*) gräs och högrörter samt skog av tätare blandbestånd (Löv- och blandbarrskog, enligt Vegetationstyper i Norden, kap 2.3, s.218) (*Abies*, *Picea*, *Quercus*, *Vaccinium*, *Poacea* ssp. *Convallaria majalis*, *Pteridium*, et.c.) (Egen inventering).

2.1.5. LANDSKAPSANALYS

Att norra Sunnersta är starkt präglad av sin historia går att avläsa i landskapet. Inlandsisens framfart och avsmältning har format landskapet och gett området de landskapsformer vi fortfarande kan avläsa i form av Fyrisån, åsen och det flacka, bördiga slättlandskapet Bäcklösabäcken rinner igenom. Markens bördighet, en beskaffenhet jorden fått tack vare isens avsmältning, är också anledningen till hur marken har brukats som åkermark genom historien och satt sin prägel på landskapet både vad gäller områdets öppna karaktär och Bäcklösas sträckning genom landskapet ner mot Fyrisån. Landskapet har formats tydligt av hur marken använts för åkermark, inte minst sedan marken utdikades och bitvis täckdikades av denna anledning vilket även gett Bäcklösabäcken den uträtade sträckning den har än idag. (Egen inventering)

I en kulturhistorisk utredning för Dag Hammarskjöldsstråket av Upplandsmuseet och Karavan Landskapsarkitekter (2014) framgår att åkerlandskapet mellan Ultuna och Sunnersta har varit öppet sedan 1700-tal till nutid och att det än idag en tydlig gräns mellan det öppna, flacka åkerlandskapet och Bäcklösa natura 2000-området och Sunnerstas villabebyggelse i dess sydvästra kant. I den kulturhistoriska utredningen (Upplandsmuseet et al, 2014.) framgår en tydlig önskan om att denna gräns förblir distinkt, gärna förstärks och att de öppna markerna hålls öppna då denna landskapliga rytmen är viktig för upplevelsen av det historiska landskapet i nord-sydlig riktning.

En annan tydlig landskapskaraktär är det siktstråk som följer landskapets mjuka sluttning från höjden vid torp-landskapet i Bäcklösa natura 2000- område genom det öppna åkerlandskapet ner till Fyrisån. Denna siktlinje är både vacker, kulturhistoriskt värdefull och viktig att behålla även framöver. Genom att landskapet hålls öppet kan den visuella kopplingen hjälpa till att knyta samman områdets omgivande gröna stråk (Åriket och Gula stigen) både visuellt och mentalt och kan främja rörelse dem emellan och mellan stadens närliggande men heterogena stadsdelar. Bäcksabäcken som i sin nutida sträckning utgör ömsom ett täckdike, ömsom ett erosionsdrabbat öppet dike bjuder på litet estetiskt värde och som gör det något svårt att föreställa sig den meandrande bäck historiska kartor över området visar. Vid flertalet besök i området noterades att människor på promenad inte söker sig ner till bäcken utan rör sig i skogskanten mot Bäcklösa natura 2000- område och Sunnersta radhusområde, troligen som en kombination av dess bristande attraktivitet och otillgänglighet då den är placerad i åkermarken utan någon tillrättalagd anslutande väg eller stig. Bäcksabäcken hyser trots detta stor potential inte minst tack vare sin centrala placering i åkerlandskapet och sträckningen från den i landskapet blygsamt höglänta ravinen med brantare kanter och oregelbunden sträckning letar sig igenom landskapet mot den allt lägre, flackare och öppnare landskapet vid våtmarksområdet innan Fyrisån. Fyrisån utgör en gräns och barriär i landskapet (Egen inventering).

2.1.6. KOMMUNIKATIONER

Norra Sunnersta är förbundet med övriga Uppsala genom den raka utfartsleden Dag Hammarskjölds väg. Sunnerstas vägförbindelser utåt är relativt goda och kopplas ihop med Knivsta kommun, länsväg 255 och Kungshamn-Morga via Flottsundsbron. Västerut kopplas Sunnersta ihop med Vårdsätra och Södra Gottsunda via Vårdsätravägen–Granebergsvägen. Norrut kopplas Sunnersta ihop med Gottsunda via Hugo Alfvéns väg och en cykelväg genom skogspartiet Hökparken. Norrut kopplas även Sunnersta även ihop med Ultuna och centrala Uppsala via Dag Hammarskjölds väg. Det finns även två cykelvägar mellan Sunnersta och Ultuna och flera cykelvägar upp mot centrala Uppsala. En bilväg samt och gång- och cykelväg mellan Ultuna och Gottsunda är nyligen byggd (Wikipedia:Sunnersta, Online).

Norra Sunnersta är förbundet till övriga Uppsala och Uppsala län med Uppsala stadsbussar samt Upplands Lokaltrafiks regionbussar. Bussarna har hög turtäthet med flera avgångar varje timme i högtrafik från ett flertal hållplatser längs Dag Hammarskjölds väg. Från norra Sunnersta till centrala Uppsala tar cirka 15–20 minuter med buss (UL, Online).

2.1.7. STADSDELSANALYS

Området som ligger norr om Sunnersta på gränsen till Ultuna, är beläget i södra delen av staden ca 8 km från Uppsala centrum. Stadsdelen Sunnersta skiljer sig idag en del från de omgivande stadsdelarna (se Figur 15. Social områdesanalys) både ekonomiskt och socialt. I jämförelse mellan de stadsdelar som omger och utgör projektområdet i norra Sunnersta, dvs. Gottsunda, Ultuna och Valsätra, framgår att Sunnersta

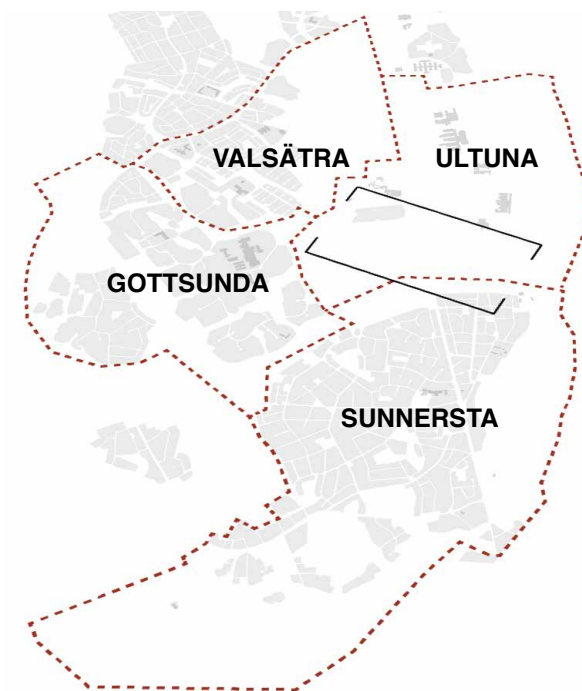
är den stadsdel som har högst medelinkomst/år, lägst antal invånare med utländsk bakgrund, högst andel bostäder med äganderätt (91 %) och lägst andel hyresbostäder (1 %). Skillnaderna är i flera fall störst jämfört med Gottsunda som har störst andel invånare med utländsk bakgrund (53 %), högst antal hyresbostäder (66 %) och lägst antal bostäder med äganderätt (10 %). I några fall särskiljer sig Ultuna i jämförelse med de

andra stadsdelarna men jag har valt att inte lyfta fram dessa värden då stadsdelen främst utgörs av lantbruksuniversitetets institutionsverksamheter som har få bostäder representerade, samt att de flesta bosatta där med stor sannolikhet är studenter för vilka inte helt jämförbara premisser råder gällande boendesituation, ohälsotal och inkomst (Uppsala kommun: *Områdesfakta*, Online).

SOCIAL KONTEXT - OMRÅDESSTATISTIK

STATISTIK:	GOTTSUNDA:	SUNNERSTA:	ULTUNA:	VALSÄTRA:
FOLKMÄNGD:	10 085	6087	499	4905
UTLÄNSK BAKGRUND:	53%	15%	33%	49%
UTBILDNINGSNIVÅ (20-64ÅR) EFTERGYMNASIAL 3- ÅR	24%	52%	57%	35%
MEDELINKOMST/ÅR	213 000	395 000	97 000	228 000
OHÄLSOTAL: (SJKDAG/PERSON/ÅR)	34,2	12	1,7	25,3
BOSTÄDER:				
- HYRES	66%	1%	36%	53%
- BOSTADS	24%	8%	0%	17%
-ÄGANDERÄTT	10%	91%	64%	30%

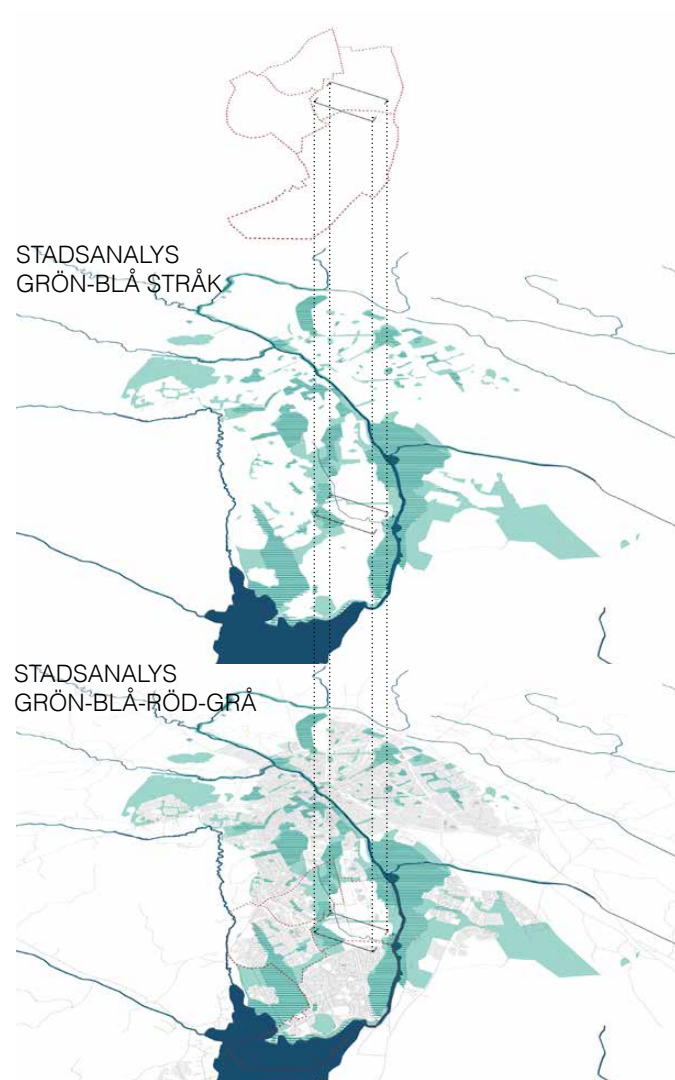
Tolkad från Uppsala kommun: Områdesanalys (Online).



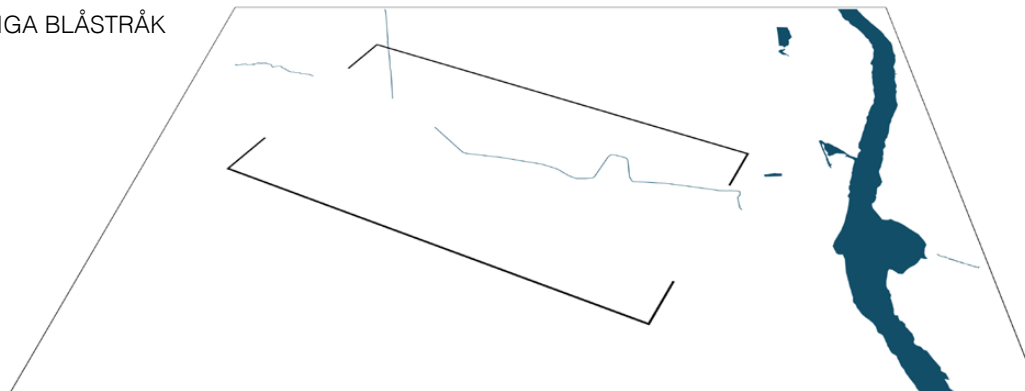
Figur 15. Social områdesanalys. projektområdets lokalisering och kringliggande stadsdelar. Illustration av författaren.

2.1.8. INVENTERINGSKARTOR

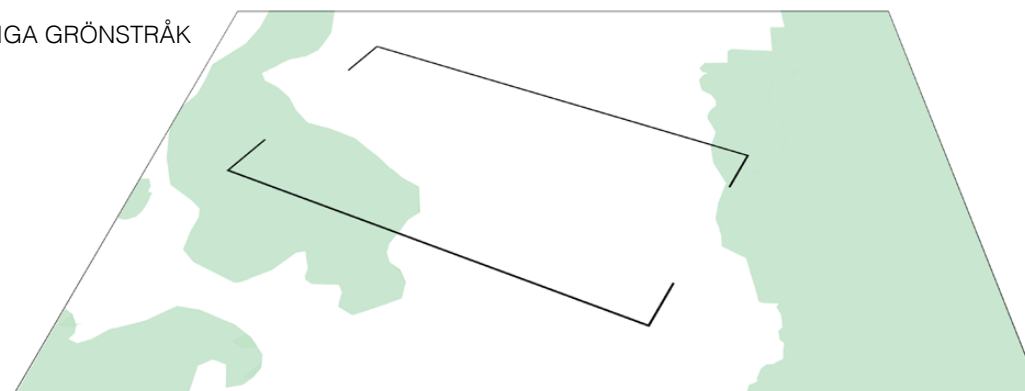
STADSDELSANALYS



BEFINTLIGA BLÅSTRÅK LOKALT



BEFINTLIGA GRÖNSTRÅK LOKALT



ORIENTERING LOKALT





Utblick från Dag Hammarskjölds väg över Bäcklösabäcken och landskapet i Sunnersta mot Gottsunda. Foto av författaren.

2.2. PLANER

2.2.1. SÖDRA STADEN

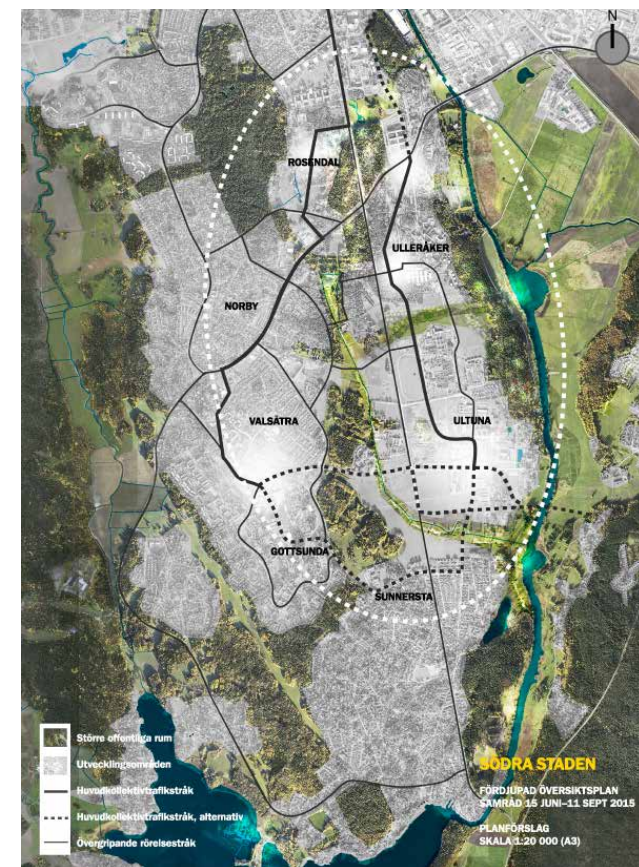
Uppsala är en stad som växer vilket, enligt Uppsala kommun (Online), beror på stadens läge i en attraktiv och kraftigt växande region. Södra staden (f.d Dag Hammarskjöldsstråket) har pekats ut som ett utvecklingsområde i Uppsala kommuns Översiktsplan från 2010 (Uppsala kommun, Online). Uppsala nya tidning (UNT, Online) beskriver projektet i artikeln *Hur utformas södra staden?* i december 2014. Södra staden sträcker sig från Polacksbacken i norr till Sunnersta i söder, längs Dag Hammarskjölds väg, inkluderar många stadsdelar där bostadsbyggen just nu planeras och är lika stort som en femtedel av stadens yta. Målet är att bygga bostäder för 50 000 invånare, vilket innebär 20 000 till 25 000 bostäder, i Södra staden tillsammans med nya arbetsplatser. Uppsala akademiförvaltning vill bygga cirka 1 600 bostäder i norra Sunnersta. Sedan tidigare är 11 000 bostäder på gång med färdiga detaljplaner eller på idéstadiet i olika stadsdelar i området. Planeringen är redan avslutad för bostäder i Bäcklösa, utmed Hugo Alfvéns väg och i en del av Rosendal, men planeringen i stora områden i Ulleråker, Rosendal och Ultuna återstår. Tanken är att knyta ihop Uppsala rent mentalt, Gottsunda och Sunnersta ska i framtiden inte vara förorter utan en del av staden (UNT, Online). Idag finns stora grönytor med höga värden för ekologi och fritid i området. Både Fyrisån och Uppsalaåsen går tvärs igenom området från norr till söder. Andra exempel är Kronparken, Gula stigen och skyddade Natura 2000-områden vid Bäcklösa och Vipången. Miljöer med höga kulturhistoriska värden finns i Ultuna och Ulleråker (Uppsala kommun, 2015).

2.2.2. GRÖNSTRUKTUR

I Uppsalas översiktsplan (Uppsala kommun, 2010) skriver kommunen att de gröna områdena har avgörande betydelse för stadens hållbarhet, både i ett socialt och folkhälsoperspektiv som för biologisk mångfald, för ren luft, gott mikroklimat, dagvattenmagasiner och rening och för att minska climateffekter. I stadsväven prioriteras huvudsakligen det gröna sociala värden. Grönområdets läge, gestaltning och innehåll har stor betydelse för deras användning under olika årstider. Platser för picknick, lek, bollspel och fritidsodling är samtidigt platser för möten mellan människor. Vistelsevärden och fritidsaktiviteter adderas i gröna miljöer och åtgärder görs för att skapa trygga gång- och cykelstråk i de gröna länkarna (Uppsala kommun, 2010).

I ÖP från 2010 (Uppsala kommun) uttrycks också en strävan mot att stadens gröna och blå stråk som länkar samman stadens grönstruktur med omgivande natur och rekreationsområden värnas så att de gröna sambanden kvarstår eller utvecklas. Andra viktiga gröna stråksamband inom stadens grönstruktur bibehålls och nya utvecklas.

Norra Sunnersta kantas på östra och västra sidorna av två viktiga och värdefulla gröna stråk, Gula stigen och Årikestråket. Gula stigen är en stig som går igenom ett nästan sammanhängande stråk med park, skog och jordbruksmarker som sträcker sig från Uppsala centrum och ner till Ekoln. Naturmarkerna i stråket har många sociotopvärden och högt eller mycket högt naturvärde. Viktigt och välanvänt rekreationsstråk för



Figur 16. Karta över Södra stadenområdet (Uppsala kommun, 2015, Online).

hela Uppsala och även för skolklasser i pedagogiskt syfte. Årikestråket ingår i Årikeskilen och sträcker sig längs med Fyrisån genom hela staden ner mot Ekoln och är ett viktigt rekreationsstråk för hela Uppsala som kommer att bli mera centralt genom framtida stadsutveckling i de södra stadsdelarna. Vattenkontakten, naturupplevelsen, möjligheten till båtliv och fiske samt de fina utblickarna ger stråket höga upplevelsevärden. Stor potential för utveckling av rekreativa värden. Många sociotopvärden och höga naturvärden finns längs hela stråket (Uppsala kommun, 2010).

Uppsala kommun skriver i sin parkplan (2010b) att en stadsdelspark saknas i Ultuna och Sunnersta. En stadsdelspark bör finnas tillgänglig för bostadsområden inom en 300m radie, behöver vara minst fyra

hektar och ha en samlad form för att kunna ge plats för flera olika aktiviteter, samtidigt som den ger möjlighet att uppleva rofylldhet (Uppsala kommun, 2010b).

2.2.3. NORRA SUNNERSTA

Sweco (2014) har gett förslag för exploatering av norra Sunnersta i enlighet med översiktsplanens intentioner för 2010 och kommunens pågående planer för Södra staden. Bebyggelsekvarteren mellan Fyrisån och Dag Hammarskjölds väg är tänkt att på samma sätt som Sunnerstas befintliga villabebyggelse bilda en tydlig gräns mot det öppna åkerlandskapet för att stärka landskapets karaktär där Uppsalaslätten möter Mälarskapet. Mellan Ultunas universitetsområde och Sunnerstas bebyggelse bibehålls åkerlandskapets öppna karaktär. På andra sidan Dag Hammarskjölds väg mot Gottsunda tar en friare struktur vid med punkthus. Bebyggelsestrukturerna är uppbyggda av asymmetriska kvarter av trädgårdsstadskaraktär. Där området möter Sunnerstas villabebyggelse ska bebyggelsen utgöras av radhus eller kedjehus. Skolor och gröna passager ryms i området (Sweco, 2014). Swecos projekt norra Sunnersta befinner sig vid examensarbetets start VT15 i väntan på beslut om godkännandehandling för fördjupat översiktsprogram och strategiskt program, vilket är beräknat till sommaren 2015 (Wahlström, 2015-03-10).

Då norra Sunnersta här är i ett tidigt planeringsskede ges jag i projektet stor möjlighet att beakta klimatanpassning och system för dagvattenhantering utan större begränsningar. Förändringarna norra Sunnersta genomgår som kommer hanteras i examensarbetet avgränsas till funktion och markanvändning, då platsen

går från åkermark till bostadsområde och stadsdelspark, samt klimatförändringar, med specifikt fokus på ökad nederbörd.

2.2.4. ATT TA MED TILL SUNNERSTAPROJEKTET:

Norra Sunnersta benämns som särskilt viktigt för sammankopplingen mellan Sunnersta-Ultuna-Gottsunda vilket föreslås kunna ske genom anläggandet av en ny stadsdelspark.

Det finns aktuella planer för norra Sunnersta gällande både stadsutveckling genom exploatering och förtätning, sammankoppling och utveckling av befintliga värdefulla gröna- och blåstrukturer, samt behov av en stadsdelspark lokaliserat i projektområdet. Dessa punkter kan användas som motivering för att skapa ett sammanlänkande stråk med potential för synergieffekter om både gröna, blå och röda värden beaktas.

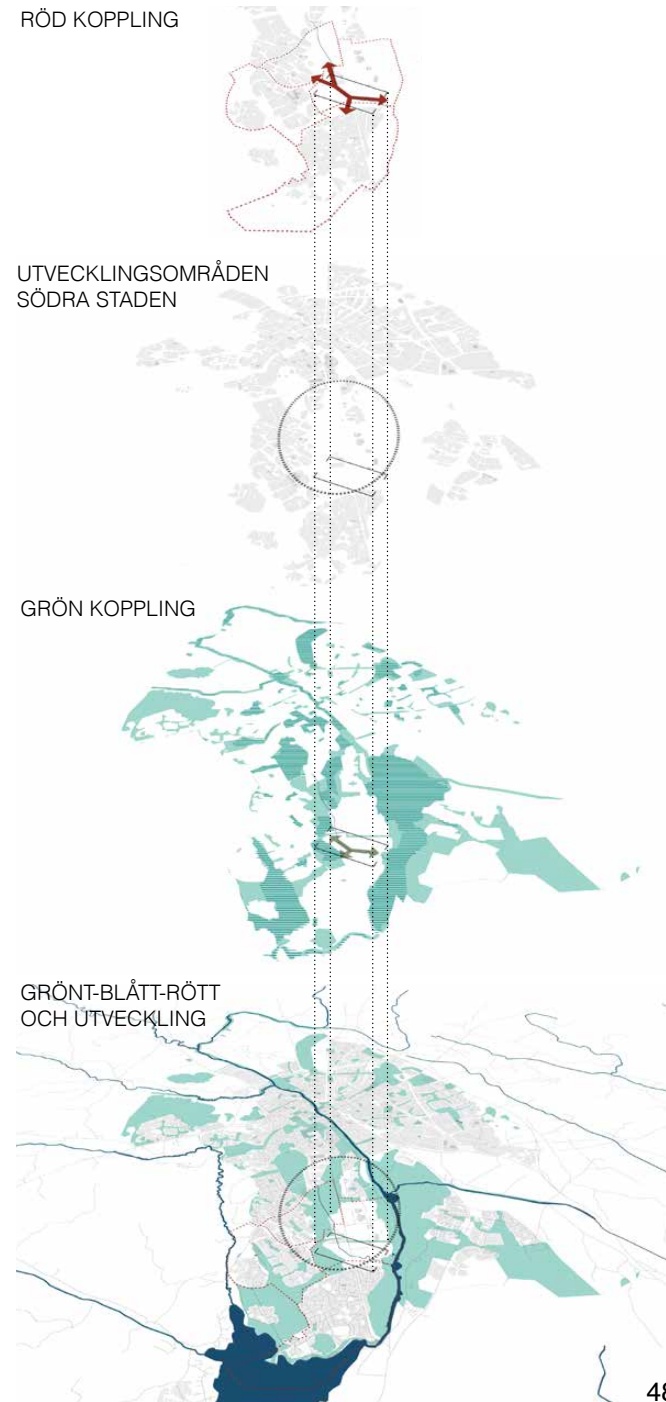
Många intressen och värden finns kring Norra Sunnersta och min förhoppning är att Bäcklösastråket genom planering och gestaltning kan erbjuda en mängd funktioner och användningar som kan bilda en söm där människor och natur möts.

RÖD KOPPLING

UTVECKLINGSSOMRÅDEN
SÖDRA STADEN

GRÖN KOPPLING

GRÖNT-BLÅTT-RÖTT
OCH UTVECKLING



2.2.5. RIKTLINJER FÖR DAGVATTENHANTERING OCH VATTENPLANERING I UPPSALA

I Uppsala startade arbetet med dagvatten 2010 när Uppsala vatten och avfall AB fick i uppdrag att ta fram övergripande mål för dagvattenhantering i kommunen. Detta har gett form åt ett dagvattenprogram och en dagvattenhandbok för konkret inspiration och hjälp i arbetet med dagvattenhantering både internt och externt. Uppsala kommuns dagvattenprogram (2014, Online) utgör en del av Uppsalas övergripande planering för att uppfylla kommunens åtagande enligt vattendirektivet och för att främja en god bebyggd miljö. I programmet finns övergripande mål, strategier och ansvarsfördelning för hantering av dagvatten i Uppsala kommun. Uppsala Vatten och Avfall AB et al. (2014) skriver att det finns fyra centrala faktorer för hantering av dagvatten som ligger till grund för programmets utformning. Dessa är: påverkan på vattenbalansen, påverkan på avrinningen, påverkan på recipienter och påverkan på stadslandskapet. Utöver dessa finns övergripande mål och strategier som riktlinjer för Uppsalas dagvattenhantering.

MÅL: Bevare vattenbalansen

Vattenbalansen och den befintliga grundvattennivån ska inte påverkas negativt i samband med utvecklingen av stad och landsbygd inom kommunen.

STRATEGIER:

- Infiltrera dagvatten lokalt
 - Efterlikna naturen: långsam avrinning och minskad total avrinning genom växtupptag och avdunstning.
 - Infiltrera dagvatten längs avrinningsvägen
- kan vattnet ej infiltreras lokalt på allmän platsmark eller kvartermark avleds det till recipient (långsam och trög, samt infiltration i omgivning genom exempelvis ytliga vegetationsbeklädda avledningssystem eller underjo-

rdiska lösningar och makadamstråk.

MÅL: Skapa en robust dagvattenhantering

Dagvattenhanteringen utformas så att skador på allmänna och enskilda intressen undviks.

STRATEGIER:

-Fördröj lokalt i största möjliga mån innan anslutning till allmänt dagvattensystem.

-Anpassa staden efter lokala förutsättningar

Tillsammans med fysisk planering ska viktiga stråk för avvattnings och öppen dagvattenhantering identifieras och reserveras. Mark, bebyggelse och övrig infrastruktur bör höjdsättas så att dagvatten kan avrinna med självfall på markytan till recipient. Lämplighetsprövning ur vattenperspektiv ska göras innan mark anvisas för ny bebyggelse.

-Säkerställ sekundära avrinningsområden

Vägar och parker kan översvämmas och leda vatten till recipient vid extra stora nederbörds mängder för att undvika skador på byggnader, mm. Dagvatten avleds sekundärt på markyta. Områden där detta ej är möjligt identifieras och anpassas med till exempel höjdsättning.

MÅL: Ta recipienthänsyn

Hanteringen av dagvatten ska möjliggöra att god status uppnås i Uppsalas recipienter och att grundvattnets status inte försämras.

Recipienthänsyn innebär beaktandet av både dagvattnets föroreningsbelastning och flödespåverkan på sjöar, vattendrag, grundvatten och mark. För att uppnå eller bibehålla god status för yt- och grundvattenföroreningar måste föroreningsbelastningen minska.

STRATEGIER:

-Åtgärda källor i befintlig och ny miljö

-Rena förorenat dagvatten så nära källan som möjligt

-Behov av rening kan ske dels före förbindelse till kommunens dagvattensystem och dels före utsläpp till recipient eller infiltration till grundvattnet. För bedömning om åtgärd krävs hänsyn till recipient och grundvattnets känslighet samt förväntad föroreningshalt och – mängd.

-Utgjorda flöden vid behov

Då recipienten är ett mindre vattendrag kan kapaciteten vara begränsad. Verksamhetsutövare har eget ansvar att undersöka om kapaciteten i recipienten är tillräcklig för kommande utsläpp. Om inte ska åtgärder vidtas för att utjämna flödet, alternativt åtgärd för att öka kapacitet i själva vattendraget.

MÅL: Berika stadslandskapet

Dagvattenhanteringen ska bidra till ett attraktivt stadslandskap.

STRATEGIER:

-Gestalta med grönska. Grönska kan användas till att ta hand om dagvatten genom till exempel att genomsläppliga ytor och vegetation begränsar avrinningen och skapar gestaltningsmässiga möjligheter.

-Gestalta med vatten

Ger estetiska kvaliteter och bidrar till biologisk mångfald. Vid design för dagvattenhantering bör dagvatten därför tas fram till ytan och göra det till en naturlig del av staden.

-Arbeta med fler funktioner på samma yta

Dagvatten är temporärt, vilket gör att ytor reserverade för hantering av dagvatten huvuddelen av tiden kan användas till annat och bör designas med hänsyn till denna typ av flexibilitet (Uppsala Vatten och Avfall AB et al., 2014).

2.3. DAGVATTENUTREDNING

- Förutsättningar för dagvattenhantering i norra Sunnersta

2.3.1. OMRÅDET IDAG

I den inledande fasen för arbetet har några olika utredningar studerats, och en intervju gjorts med Kristina Ekholm från Uppsala Vatten och Avfall AB för att undersöka hur förutsättningarna för dagvattenhantering för området ser ut. Utredningarna består av Hydroteknisk utredning för Bäcklösastråket - Bäcklösabäckens status och potential som recipient för dagvatten, vilket är en hydroteknisk utredning som utförts av Sweco som 2011 beskriver dåvarande status och kapacitet för bäcken. Sedan utredningen gjordes har dock stora områden inom Bäcklösabäckens avrinningsområde ändrats, då det nu planeras bli ett stort utvecklingsområde, som kommunen kallar Södra Staden. Södra staden innebär nya storskaliga stadsbyggnadsplaner som kommer ändra förutsättningarna för Bäcklösabäcken som recipient för det stora avrinningsområde den är kopplad till. På grund av detta kommer en dagvattenutredning för Södra staden av WSP ut våren 2015 som kommer till stor användning i denna utredande del. Utvecklingen av Södra staden är då i en tidig fas och vilket gör att mer fakta och undersökningar behövs för att kunna göra beräkningar på framtida flöde, och baserat på det, ge en korrekt dimensionerad utformning av Bäcklösabäcken.

Vad som är säkert är dock att ett större flöde kommer att passera genom Bäcklösabäcken mot Fyrisån, vilket behöver dimensioneras för, och även behöver fördröjas innan avrinningsområdena ansluter till Bäcklösabäcken, samt möjlighet för bäcken att svämma över längs med bäckens kanter mot omgivande landskap. Ekholm uttrycker en önskan om att någon typ av flexibilitet gällande flödesmängd och volym behöver utvecklas i

Bäcklösabäcken (2015-03-20). Detta kan göras genom att bygga in landskapsformer som tillfälligt kan hålla stora mängder vatten och klarar av både översvämningar och torka på Bäcklösabäckens kanter, vilket exempelvis kan göras med någon typ av meandring, fördröjningsdammar eller våtmarker. Det befintliga utloppet mot Fyrisån, som sker genom ett våtmarksområde, ska finnas kvar, och möjligen breda ut sig, som en sista anhalt för rening och fördröjning innan det mynnar ut och rinner vidare mot Ekoln genom Fyrisån (Ekholm, 2015-03-20).

Att anslutande vatten från respektive avrinningsområdena bör fördröjas har att göra med både att hindra att stora flöden väljer ner i bäcken vilket kan orsaka erosion och översvämning vid flödestoppar, samt att fördröjningsmagasin av olika slag kan hjälpa till att rena vattnet som ska mynna ut i Fyrisån (Ekholm 2015-03-20). Vattenkvaliteten behöver förbättras för att kunna uppnå MKN, då Fyrisåns status idag inte är bra (VISS, Online).

2.3.1.1 TOPOGRAFI OCH AVRINNINGSVÄGAR

Området präglas av Fyrisån som löper i nordsydlig riktning längs områdets östra gräns längs med Uppsalaåsen. Åsen och spelar en framträdande roll i områdets topografi. I projektområdet norra Sunnersta är terrängen flack med svag lutning mot öster (se Analyskarta: Avrinningsvägar och topografisk karta över området). Det är nödvändigt att framtida dagvattenavrinning följer områdets topografi (Ekholm, 2015-03-20).

2.3.1.2 SKYDD AV UPPSALAS VATTENTÄKT

I WSP (2014, s.8) framkommer att Uppsalas vattenförsörjning baseras på grundvatten från Uppsalaåsen som passerar genom området. För åsen finns vattenskyddsområde fastställt eftersom åsen är recipient för dagvatten inom det område som omfattas av inre skyddszon. I och med åsens sårbarhet och den risk som är förknippad med infiltration av dagvatten görs bedömningen att övriga områden där dagvatteninfiltration kan utgöra ett hot mot grundvattnet i åsen skall likställas med område inom inre skyddszon, där infiltration av dagvatten ej får förekomma (WSP, 2014, s.7). För norra Sunnersta gäller att infiltration ej får ske öster om Dag Hammarskjölds väg, enligt Sven Ahlgren på Uppsala Vatten AB (2015-03-11).

2.3.1.3 MARKFÖRHÅLLANDEN

Projektområdet domineras av omfattande lerjordar (se Analys: Jordartskarta) vilket gör att förutsättningarna för infiltration är mycket dåliga och alltså inte är någon aktuell lösning heller på västra sidan om Dag Hammarskjölds väg. Närmre än är det även risk för artesiska förhållanden, vilket betyder att ett försök att infiltrera dagvatten istället blir en ny källa (Ahlgren, E-mail, 2015-03-11) I projektområdet behöver alltså dagvattenhanteringen ske på andra sätt än genom infiltration som slutlig lösning. Istället kan dagvatten fördröjas och ledas till Bäcklösabäcken om den anpassas och dimensioneras till ökat vattenflöde. Förutom detta menar Sven Ahlgren på Uppsala Vatten och Avfall AB (E-mail, 2015-03-11) att det behövs dammar som fördröjer och renar vattnet för att MKN (miljökonsekvensnorm) för Fyrisån ska kunna uppnås.

2.3.1.4. GRUNDVATTENRECIPIENT

Inom inre skyddszon är åsen grundvattenrecipient. Inom övriga delar av området bedöms infiltration ske till annan grundvattenrecipient, eller att befintlig mark utgörs av lera med tillräcklig måktighet för att utgöra en säker barriär för åsen. Inom områdena med lera bildas vanligen ett ytligt grundvattenmagasin som medger viss infiltration, men generellt sett kan man utgå ifrån att det huvudsakligen sker en ytlig avrinning från dessa områden (WSP, 2014, s.8).

2.3.1.5. YTVATTENRECIPIENT

Bäcklösabäcken samlar upp största delen av avrinningen från Södra staden-området innan den mynnar i Fyrisån, endast en liten strandnära del längs Fyrisån avrinner direkt till Fyrisån (WSP, 2014, s.9). Fyrisån: Vattenförekomsten där Bäcklösabäcken mynnar i Fyrisån har enligt VISS (Vatten Informations System i Sverige) måttlig ekologisk status och uppnår ej god kemisk status, vilket huvudsakligen är en konsekvens av övergödning. Beräknade halter av kvicksilver överskrider EG:s ramdirektiv för vatten (WSP, 2014, s.10).

2.3.2. FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING I UPPSALA

Uppsala Kommun redogör i ett Dagvattenprogram (2014) för förutsättningarna för dagvattenhantering i Uppsala. Där skriver de att Uppsala idag expanderar och förtätas i snabb takt och andelen hårdgjorda och ogenomsläppliga ytor ökar minskar den naturliga infiltrationen av vatten och mer dagvatten bildas. Att större mängder dagvatten uppstår och avleds medför

en ökad belastning, på såväl befintligt ledningsnät som på recipienter. Tidigare har Uppsalas dagvattenhantering har ofta setts som ett bortledningsproblem som ska lösas i samband med bebyggelse. Dagens hantering måste i större utsträckning än tidigare sträva mot en naturlig vattenbalans och anpassas efter platsens specifika förutsättningar. Hänsyn måste även tas till recipientens känslighet, ur såväl flödes- som föroreningsperspektiv (Uppsala Vatten och Avfall AB et al., 2014, s.4).

Då stora delar av omgivningarna i Uppsala kommun utgörs av flackt slättlandskap på mäktiga lerlager kan infiltration av större mängder dagvatten ofta vara svårt, dessutom kan den svaga lutningen vara problematisk för bortledning av vattnet. Delar av tätorten ligger inom vattenskyddsområde för dricksvattentäkt, på grund av Uppsalaåsen som förser stora delar av kommunen med dricksvatten, vilket ställer högre krav på dagvattenhanteringen. Inom Inre skyddszon får exempelvis inte infiltration av dagvatten förekomma (se analys Grundvattenförekomst på s.61) Fyrisån är en stor och viktig recipient för dagvatten till vilken stora delar av staden har sin avrinning. I december 2009 beslutade Vattenmyndigheten om miljö kvalitetsnormer, i enlighet med EUs ramdirektiv för vatten, för utpekade yt- och grundvattenförekomsterna i kommunen. I arbetet med miljö kvalitetsnormer utfördes en statusklassning av vattenförekomsterna som visar att flera av Uppsalas ytvattenförekomster i nuläget har otillfredsställande eller dålig status (Uppsala Vatten och Avfall AB et al., 2014, s.5).

2.3.3. DAGVATTENUTREDNING FÖR SÖDRA STADEN
I en dagvattenutredning för Södra staden framtaget av WSP 2014 som underlag för ett strategiskt program för Södra staden föreslås bland andra följande åtgärder för Bäcklösabäcken för att kunna utvecklas till en väl fungerande del av Södra stadens dagvattenhantering:

- Genom att områdets karaktär kommer att förändras kraftigt mot i dag, kommer även avrinningen att påverkas. Bäcklösabäcken kommer att utvecklas till ett ännu mer dagvattenpräglat vattendrag. Flödesförloppen kommer att bli snabbare och fluktuationerna högre. Det framkommer även att bäckens nuvarande situation inte kan upprätthållas. Bäcklösabäcken bör därför betraktas som en del i områdets dagvattenlösning (WSP, 2014, s.20)
- Bäcklösabäckens utformning behöver ses över i grunden. Den behöver fördjupas längs vissa delsträckor för att nivåmässigt möjliggöra anslutning från tillrinnande dagvattenstråk och bäckens funktion i samband med kraftigare nederbörd behöver säkras.
- För flera av de anslutande avvattningsstråken föreslås fördröjnings- och reningsåtgärder innan utloppet till huvudfåran. Förslagsvis utökas zonen kring Bäcklösabäcken i dessa punkter, och anläggningarna blir en del av "vattenlandskapet" kring bäcken.
- I utredningen framgår att ett ytterligare centralt ledningsstråk skulle minska påfrestningarna på Bäcklösa stort, då det i dagsläget är enda centrala av-

ledningsstråket för området. Lokaliseringen av detta ledstråk är samma som det idag går ett kulverterat dike ungefär mitt emellan Bäcklösabäcken och Fyrisån i nord-sydlig riktning, som knyter an till Bäcklösabäcken (se Blå-grön strukturplan för lokalisering av sträckning och mynning till Bäcklösabäcken, s.68-69)

I "Bilaga 6- beskrivning av typåtgärder och översiktlig dimensionering", som är en del av Dagvattenutredning för Södra staden (WSP, 2014) ges även en beräkning av Bäcklösabäckens dimensioner för tillräcklig kapacitet att avleda kraftiga flöden i samband med extrem nederbörd. De dimensioner som föreslås följande:

- Dikesdjup 2,0 till 2,5m i hela bäckens sträckning
- Dikesbredd totalt 15-25m bred
- Bottenbredd från 0,5m succesivt ökande till 1,0m
- Slänter med lutning 1:2

För att gestaltningsmässigt passa in i bebyggelsen föreslår WSP (2014, Bilaga 6, s.11) att Bäcklösabäcken utformas till ett nedsänkt park-/naturstråk med en mindre, tydlig bäckfåra för mindre och normalt förekommande flöden. Vid större flöden blir en större del av parkstråket översvämmat, vilket ger en god flödesutjämnande effekt.

REFLEKTION

Då en exakt dimensionering av Bäcklösabäcken för att kunna hantera nederbörd av en viss återkomsttid i avrinningsområdet i dagsläget inte är möjlig väljer jag att i huvuddrag basera min design på ovanstående föreslagna åtgärder. De angivna dimensionerna får fungera som utgångspunkten i min gestaltning av Bäcklösabäcken, men jag väljer därför att understryka att designen av Bäcklösabäcken är av ett principiellt slag mer än ett fullständigt. Trots osäkerheten kring exakta dimensioner tycker jag det är intressant och viktigt att utforska hur en utveckling och uppdimensionering av Bäcklösabäcken kan se ut, inte minst för dess väsentliga roll i dagvattensystemet både i norra Sunnersta och Södra staden som helhet.

2.3.4. BÄCKLÖSABÄCKEN

Bäckens sträckning genom projektområdet utgörs idag av en knappt 2 km lång sträcka i öst-västlig riktning mellan Fyrisån och Bäcklösa Natura 2000-område. I sin helhet sträcker sig Bäcklösabäcken från Rosendal i norr och utgör en sträcka på knappt 4,5 km. I Hydroteknisk utredning av Bäcklösabäckens kondition och avbördningskapacitet, gjord 2011 av Christina Odén, Sweco, på uppdrag av Uppsala Vatten och Avfall AB, utreds konditionen på Bäcklösabäcken. Utredningen är gjord för att utreda vattendragets skick, kapacitetsutredning och förslag till eventuella åtgärder i torrläggningsföretaget. Avrinningsområdet för Bäcklösabäcken är ca 835ha stort och berörs av exploateringar i Bäcklösabäckens avrinningsområde. Bäcklösabäckens avrinningsområde är ca 835 ha och berörs 2011 av 9 antagna detaljplaner (Sweco, 2011, s.3). I skrivande stund (januari 2016) har dock ytterligare en antagits för Bäcklösa och fler utreds eller tillkommer troligen framöver på grund av utvecklingen av Södra staden som är under planeringsprocess.

I Swecos utredning (2011) beskrivs att bäcken på flera ställen har tydliga spår av erosion och släntras varför vattendraget är mycket känsligt för ökade vattenhastigheter och dämningar. Erosionsproblemen längs denna sträckning väntas förvärras vid ökade och förlängda flödessituationer. Det är dessutom stor risk att nya sträckor med erosionsproblem kommer uppstå efter en exploatering av avrinningsområdet. Exploatering av Rosendal (förf. anm. aktuellt 2011) kommer att kraftigt öka flödestopparna i vattendraget. Görs ingen åtgärd för att minska denna påverkan kommer exploateringen kräva att vattendraget dimensioneras upp och

ledningarna och vägtrummor byts ut längs hela vattendraget. Även exploateringen från Valsätra och Ultuna området kommer att påverka flödessituationen i Bäcklösabäcken. Ravinen som tar emot dagvattenflöden från Gottsunda/Valsätra till Bäcklösabäcken fungerar som ett utjämningsmagasin men denna utjämnning är okontrollerad och bör ses över. Flera trummor och ledningar beskrivs vara av för små dimensioner och behöver bytas ut.

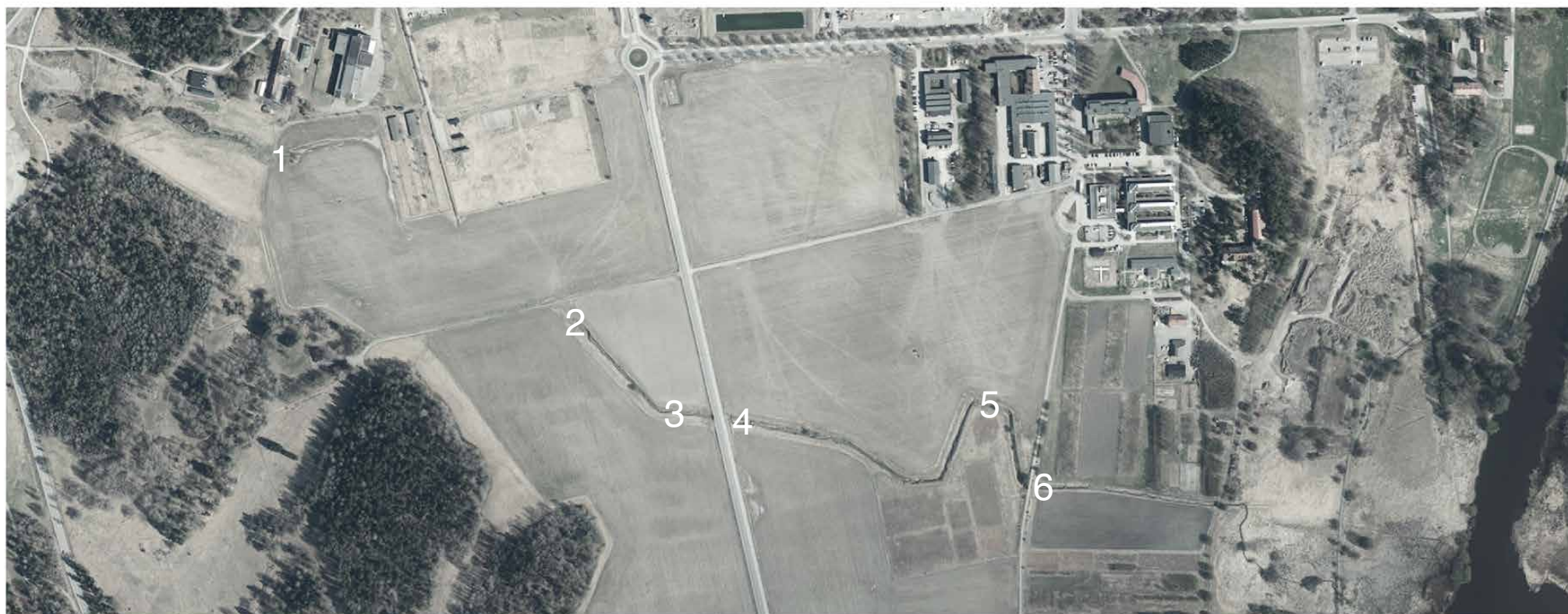
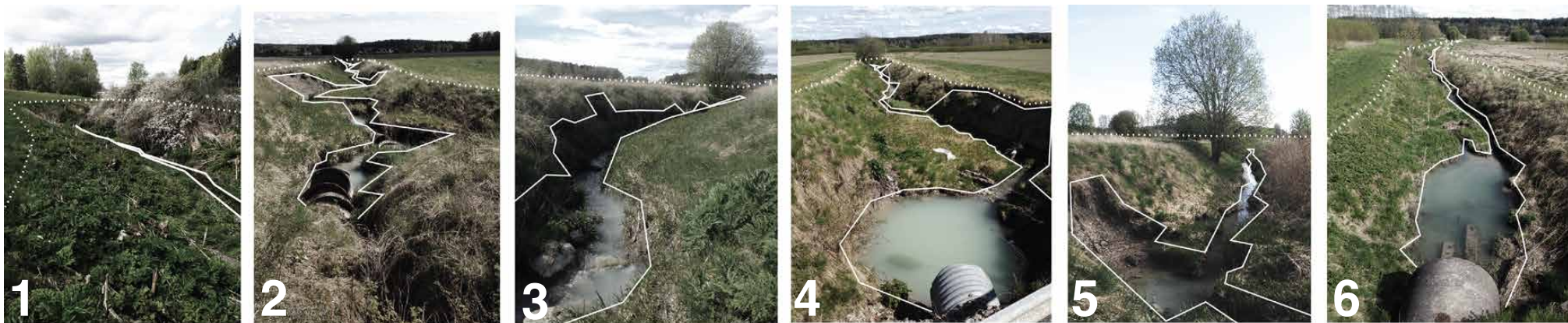
Ett alternativ för att klara de kommande flödesökningarna i Bäcklösabäcken är att dimensionera upp hela vattendraget med ingående ledningar och vägtrummor från Vårdsätravägen ner till utloppet i Fyrisån. Vid denna tidpunkt (2011) rekommenderas inte att i första hand att dimensionera upp hela vattendraget då ingreppet i omkringliggande mark skulle bli omfattande, ta mark i anspråk och vattendraget skulle ändra karaktär. De flöden som vattendraget då skulle dimensioneras för uppträder med flera års mellanrum och låg- och medelvattenföringarna i vattendraget kommer inte att öka i samma utsträckning. Risken är därför stor att man får ett stort dike med låg vattenföring under större delen av året (Sweco, 2011, s.24).

Utgjämning av flödena från Rosendalsområdet samt kommande exploateringar. Det är viktigt att dagvatten även från mindre exploateringsområden i framtiden utjämnas innan de når Bäcklösabäcken. Utjämnas flödet från kommande exploateringar så att dagvattenflödet inte överskrider de flöden som uppstår i dag kan området exploateras utan att det uppstår dämning- och erosionsproblem i vattendraget (Sweco, 2011, s.24).

2.3.5. ATT TA MED TILL SUNNERSTAPROJEKTET:

- Bäcklösabäcken har en avgörande roll som recipient inte bara för projektområdet norra Sunnerstas avrinning i utan för hela Södra stadens avrinningsområde
- Det är i dagsläget inte möjligt att dimensionera Bäcklösabäcken efter en viss nederbördsmängd med exakthet då stora arealer i avrinningsområdet håller på att planläggas för exploatering och markanvändningen därför ej är fastställd
- Bäcken är ett erosionsdrabbat dike som behöver uppdimensioneras för att kunna hantera ett ökat flöde och utformningen behöver ses över i grunden
- Bäcken ska klara både mycket små och mycket stora flöden
- Bäcken ska kunna översvämma vid mycket stora flöden
- Vattnet behöver fördröjas och renas uppströms i hela Bäcklösabäckens avrinningsområde innan det ansluter till Bäcklösabäcken och Fyrisån för att uppnå MKN
- Begränsningar gällande infiltration förekommer i projektområdet både pga. grundvattenskydd och lermåktighet i marken
- Höjdsättning är viktig inom området, pga. låglänt och flackt landskap
- Dagvattenavrinningen bör följa områdets topografi
- Översiktligt dimensionerade designpremissar finns för en uppdimensionerad bäckprofil

BÄCKLÖSABÄCKEN OCH SPÅR AV VATTNETS VÄG GENOM LANDSKAPET I
NORRA SUNNERSTA



2.3.6. UNDERLAGSKARTOR DAGVATTENUTREDNING

GRUNDVATTENFÖREKOMST

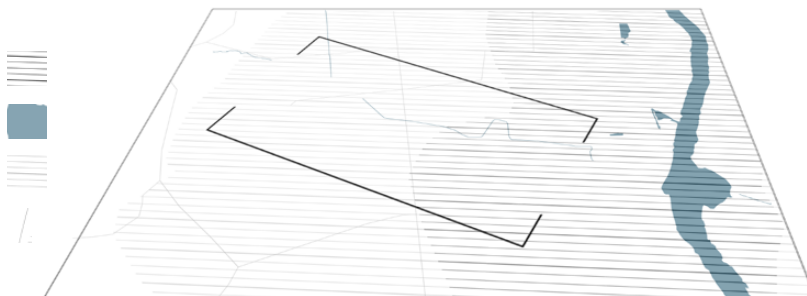
Material bearbetat från SGU

GRUNDVATTENMAGASINETS AVGRÄNSNING

YTVATTEN,
ungefärlig utsträckning

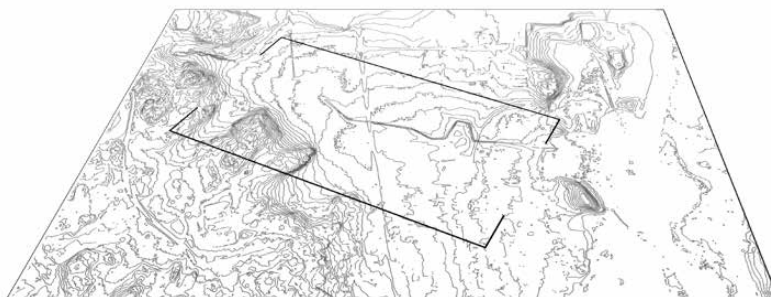
TILLRINNINGSOMRÅDE TILL
GRUNDVATTENMAGASIN

STÖRRE VÄGSTRÄCKNING



TOPOGRAFI

CAD-underlag från Uppsala kommun



JORDARTSKARTA

Material bearbetat från SGU

ISÄLVSESEDIMENT

ÄLVSESEDIMENT

BERG

GLACIAL LERA

SANDIG MORÄN

POSTGLACIAL LERA

SVALLSESEDIMENT

YTVATTEN
ungefärlig sträckning



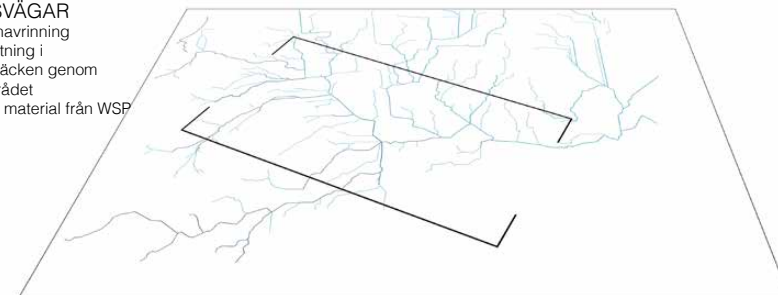
ORTOFOTO

OMRÅDESGRÄNS
(Material från lantmäteriet)



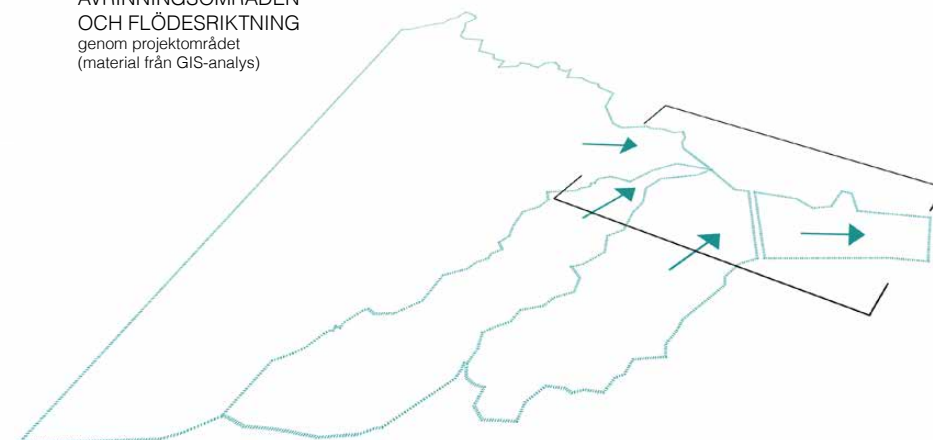
FLÖDESVÄGAR

för ytvattenavrinning
med anslutning i
bäcklösabäcken genom
projektområdet
(bearbetat material från WSP
2014)

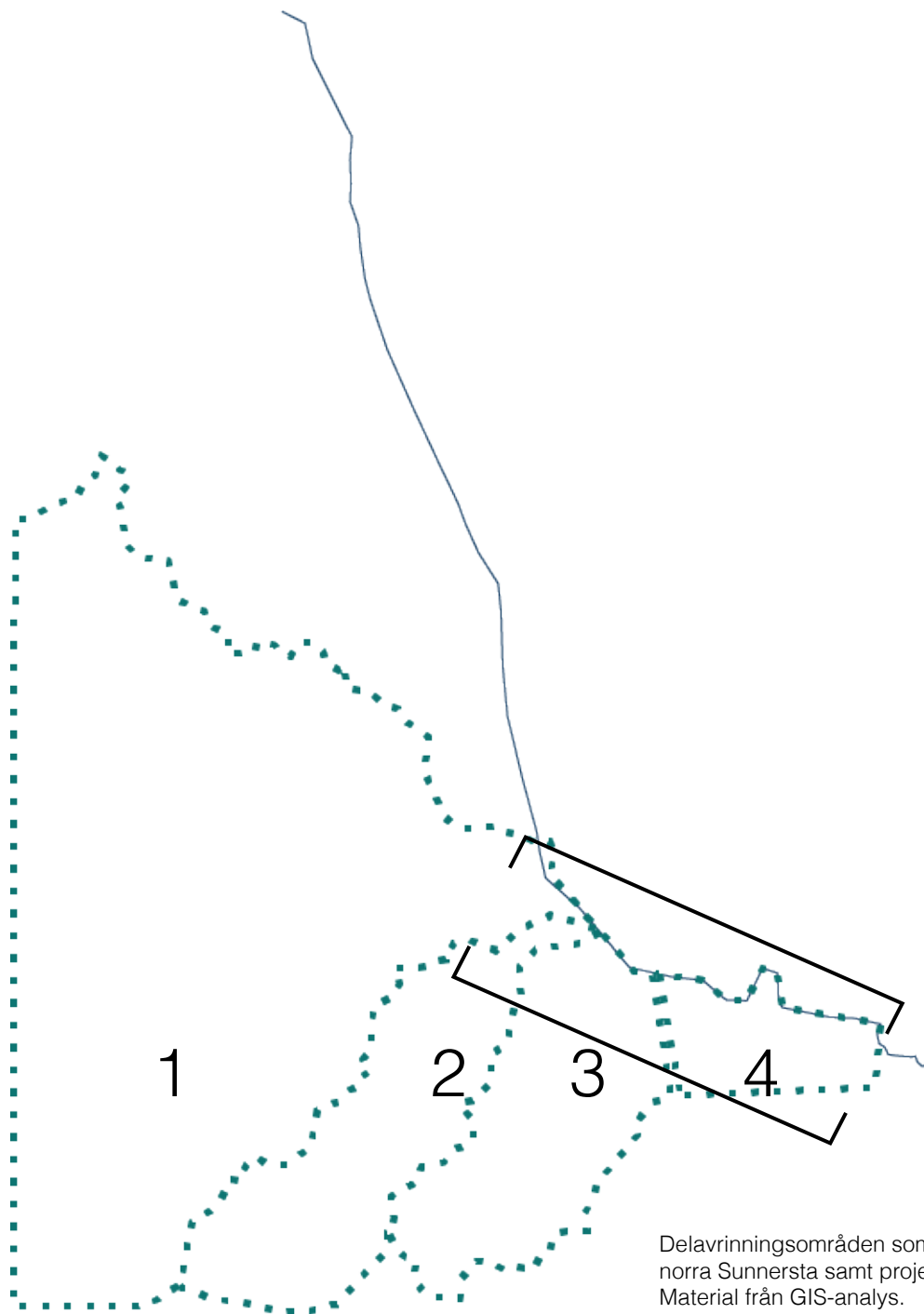


AVRINNINGSOMRÅDEN OCH FLÖDESDIRIKTION

genom projektområdet
(material från GIS-analys)



ORIENTERING 45° PERSP.



Delavrinningsområden som mynnar i Bäcklösabäcken genom
norra Sunnersta samt projektområdesgräns.
Material från GIS-analys.

2.4.1. ANALYSER STADSSKALA



SÄRSKILLT SKYDDSVÄRD NATUR

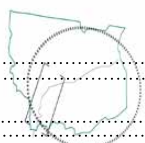
BEFINTLIGA GRÖNSTRUKTURER

BEFINTLIGA BLÅSTRUKTURER

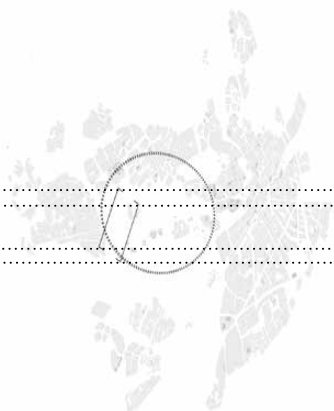
SAMLAD STADSANALYS



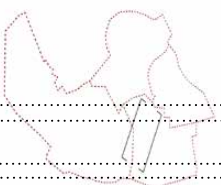
SÖDRA STADENS PLACERING
I BÄCKLÖSAS AVRININGSOMRÅDE



SÖDRA STADENS UTVECKLING-
SOMRÅDE
LOKALISERING I UPPSALA



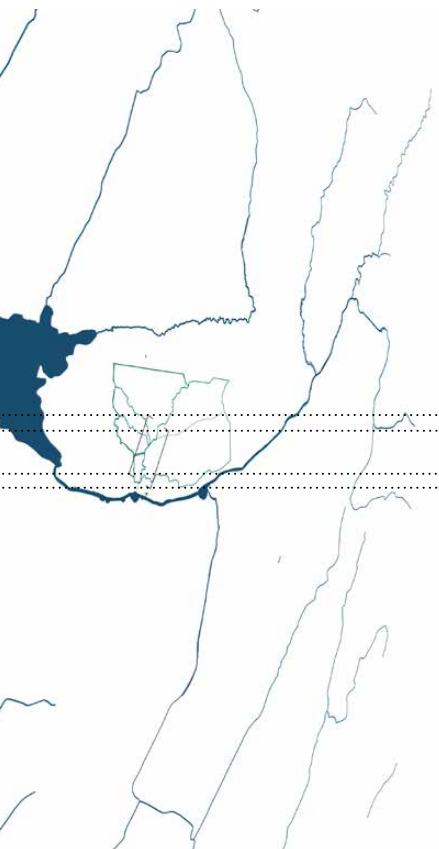
STADSDELSANALYS FÖR
OMRÅDEN KRING
NORRA SUNNERSTA



BEFINTLIGA STADSSTRUKTURER



BÄCKLÖSABÄCKENS HELA
AVRININGSOMRÅDE



GRÖNA KOPPLINGAR GENOM
NORRA SUNNERSTA



RÖDA KOPPLINGAR GENOM
NORRA SUNNERSTA



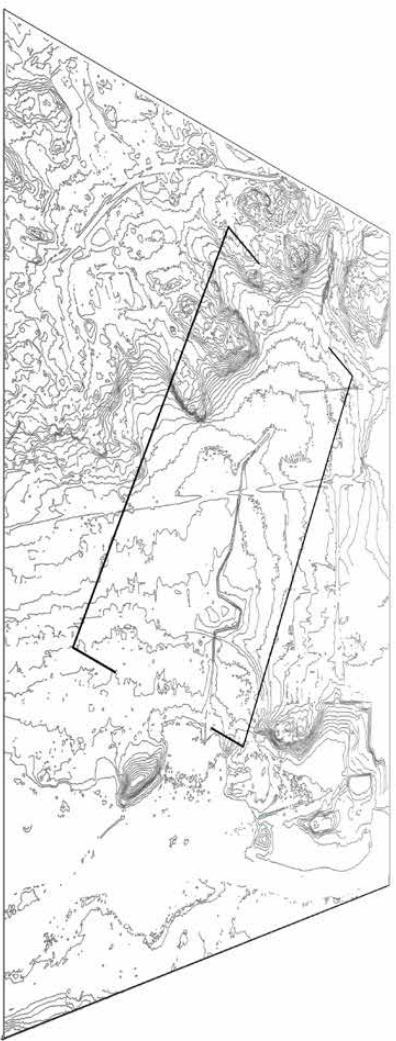
NORRA SUNNERSTAS
AVRININGSOMRÅDE
OCH FLÖDESVÄGAR



BÄCKLÖSABÄCKENS HELA
AVRININGSOMRÅDE



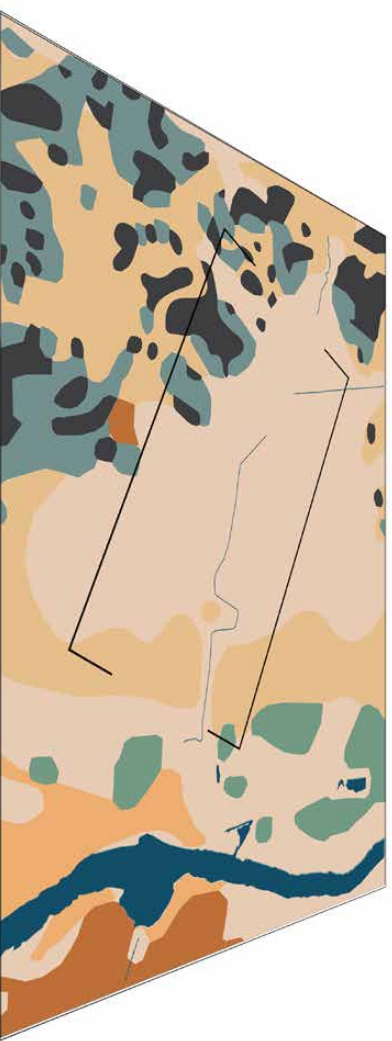
TOPOGRAFI (Uppsala kommun)



JORDARTSKARTA

LEGEND

- ISÄLVSEDDIMENT
- ÄLVSEDDIMENT
- BERG
- GLACIAL LERA
- SANDIG MORÄN
- POSTGLACIAL LERA
- SVALLSEDDIMENT
- YTVATTEN
- ungefärlig sträckning



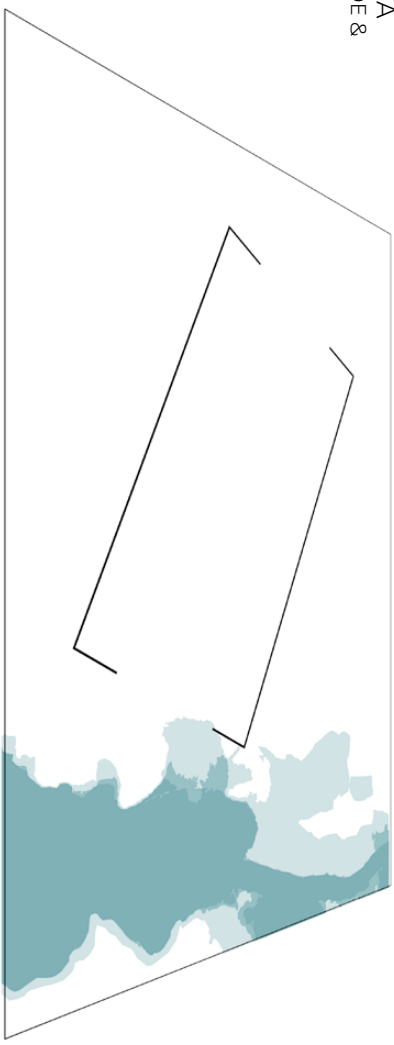
ORTOFOTO OMRÅDESGRÄNS



ORIENTERING 45° PERSP.

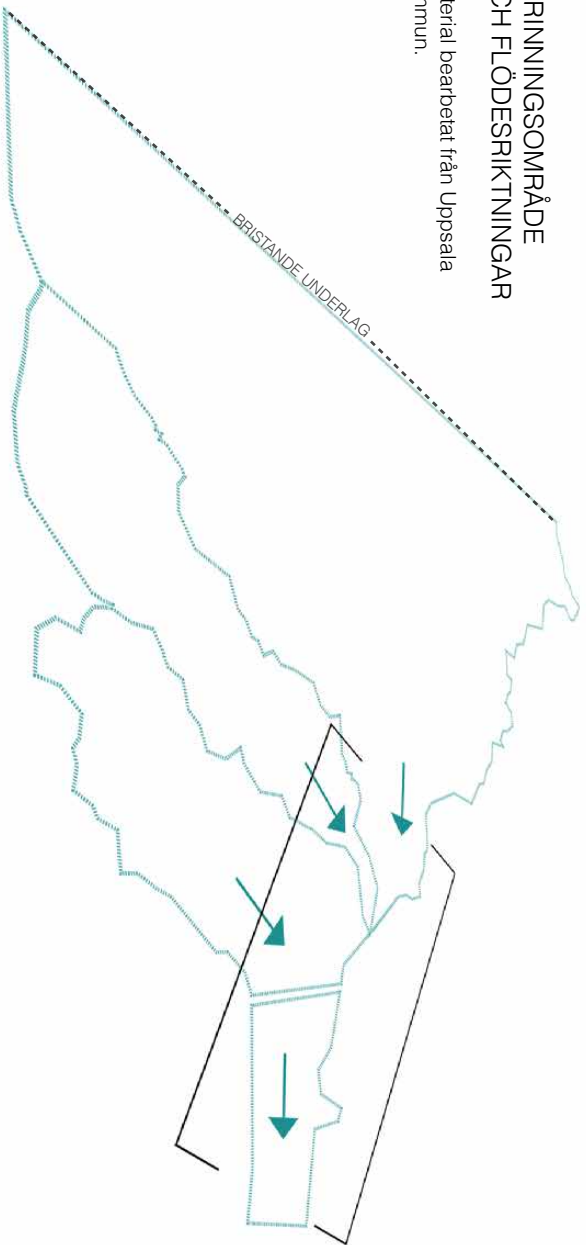
2.4.2. ANALYSER LOKAL SKALA

ÖVERSVÄMNINGSKARTA 50-ÅRSFLÖDE: 100-ÅRSFLÖDE & BERÄKNAT HÖGSTA FLÖDE: Material bearbetat från MSB.



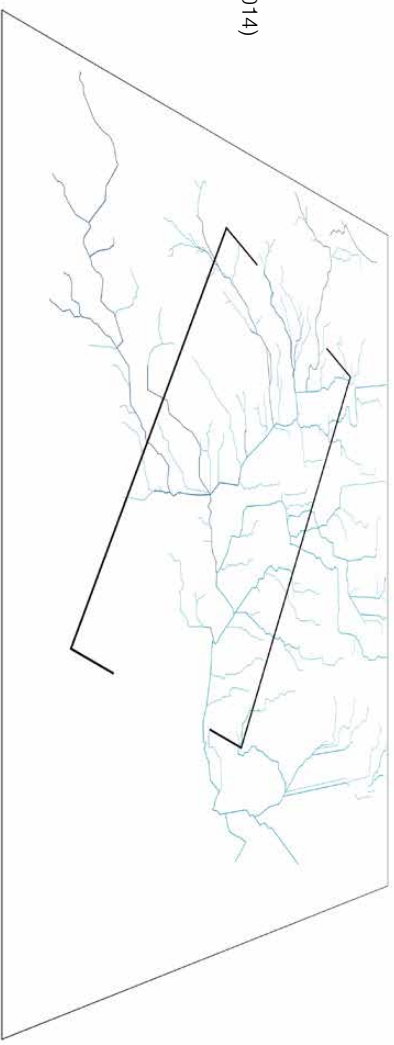
AVRINNINGSOMRÅDE OCH FLÖDESRIKTNINGAR

Material bearbetat från Uppsala kommun.



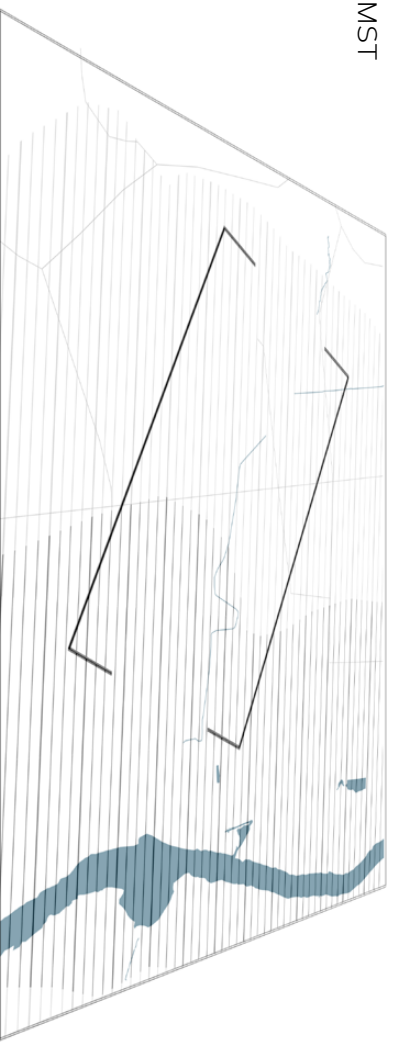
FLÖDESVÄGAR

FÖR YTVATTENAVRINNING
MED ANSLUTNING I
BÄCKLÖSABÄCKEN GENOM
PROJEKTOMRÅDET
material bearbetat från WSP (2014)

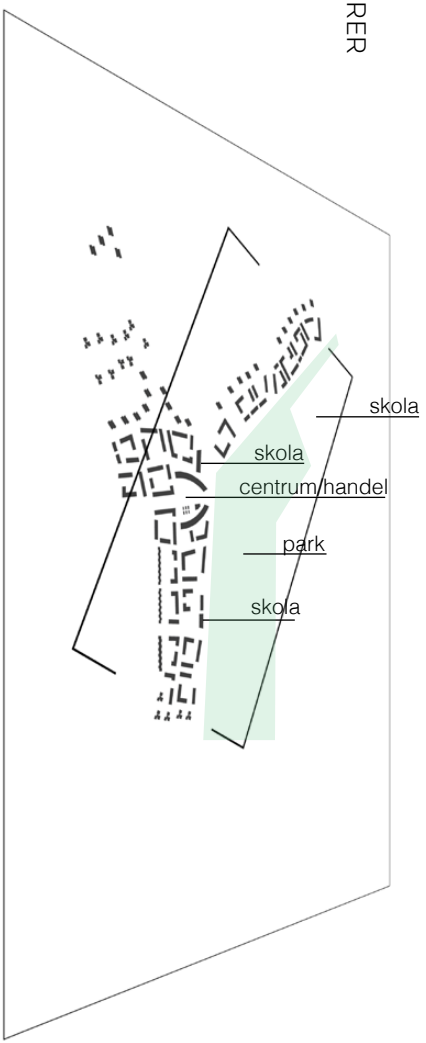


GRUNDVATTENFÖREKOMST material bearbetat från SGU

GRUNDVATTENMAGASINETS
AVGRÄNSNING
YTVATTEN,
ungefärlig utsträckning
TILLRINNINGSOMRÅDE TILL
GRUNDVATTENMAGASIN
STÖRRE VÄGSTRÄCKNING



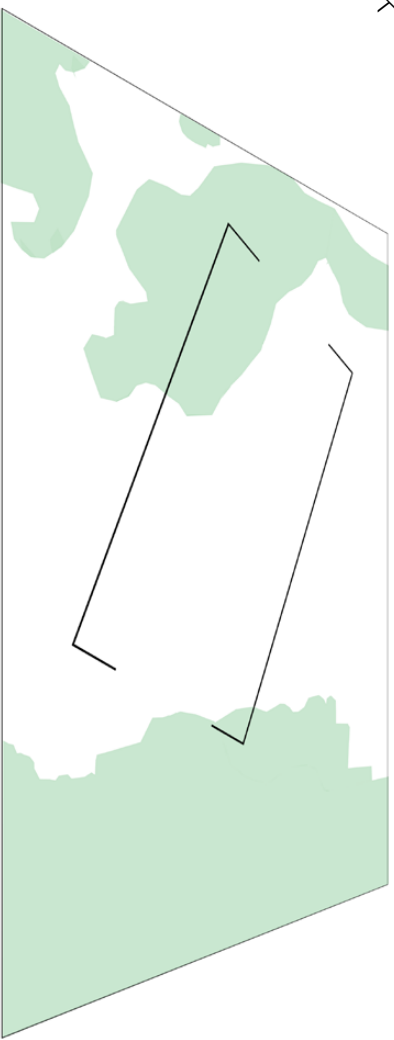
FRAMTIDA
BEBYGGELSESTRUKTURER
I PROJEKTOMRÅDET
(BOSTÄDER OM INTE
ANNAT ANGES)



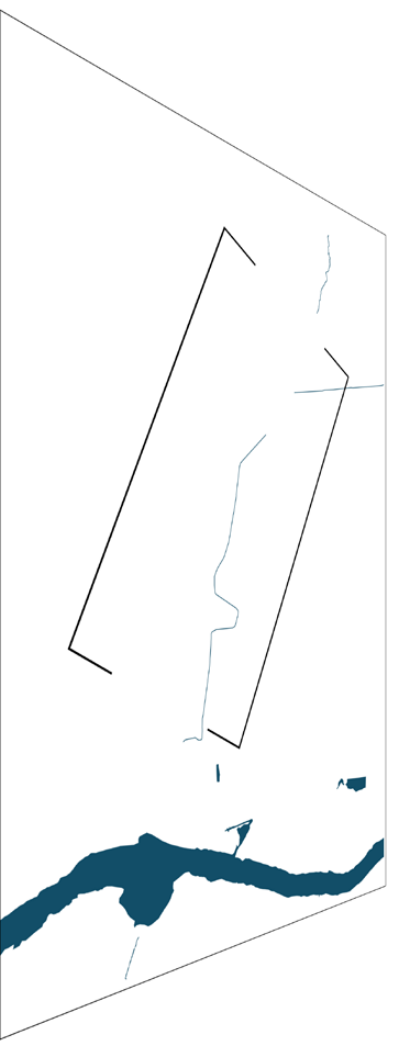
VÄGAR & KOPPLINGAR
BEFINTLIGA OCH FRAMTIDA



BEFINTLIGA GRÖNSTRÅK



BEFINTLIGA BLÅSTRÅK



2.5. DAGVATTENHANTERING - ARBETSPROCESS

Planering och design av dagvattensystem i norra Sunnersta

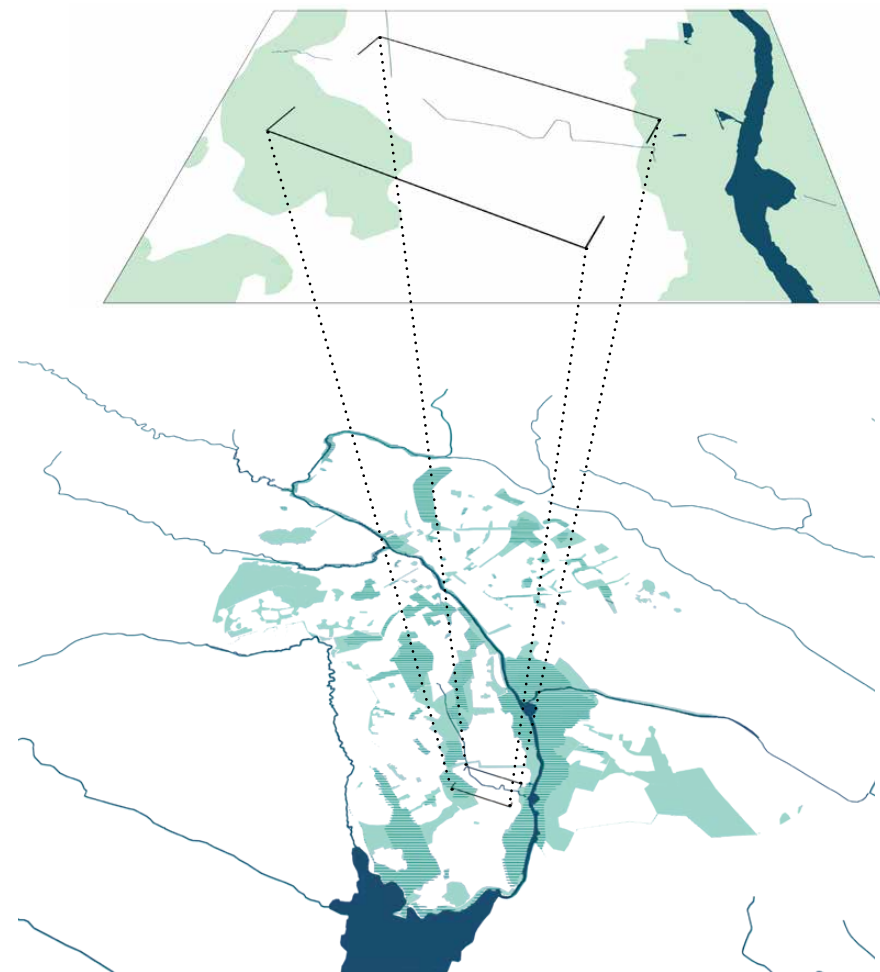
Det har varit svårt att hitta någon publicerad samlad och inarbetad metod för arbetsprocessen gällande dagvattenhantering från planering till design. De källor jag studerat mest och använt mig av i arbetet är från en kurs om urbana ekosystem *Urban Eco Systems- structures, functions and design* jag läste på Köpenhamns universitet hösten 2013, vilket inkluderar grundläggande fakta för planering och design av dagvattensystem, presenterat av Antje Backhaus, då forskarassistent i Landskapsarkitektur och planering på Köpenhamns universitet, samt föreläsningsmaterial av Lykke Leonardsen från Köpenhamns kommun som arbetat med Köpenhamns stads Cloudburst management plan (ungefärlig översättning skyfallsplan, förf. anm.). Utöver detta har jag förutom att följa rekommendationer från Irina Persson och Marianne Wahlström på Sweco, studerat rekommendationer från Länsstyrelsens Risk- och sårbarhetsanalys från 2013 och publikationer P110 (2016) och P105 (2011) från Svenskt vatten, samt projekt från några landskapsarkitektkontor som arbetar med vatten- och dagvattenprojekt. De kontor jag återkommit till är danska Tredje natur, Schönnherr och Rambölls Köpenhamnskontor, nederländska De urbanisten, tyska Atelier Dreiseitl, kinesiska Turenscape och svenska URBIO och på så vis fått en fingervisning kring vilka underlag och analyser som är viktig att beakta och hur analyserna kombineras och utvecklas till designförslag.

2.5.1. ANALYS

- UNDERLAG FÖR DAGVATTENHANTERINGEN

BLÅ-GRÖNA STRUKTURER

Identifiering av befintliga större blå- och gröna strukturer i landskapet i relation till projektområdet.



- FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING

Baseras på rekommendationer från Backhaus (2013) Phd student på Köpenhamns universitet, från föreläsningen "Quality in SUDS-design" i kursen *Urban Ecosystems: Structures, functions and design*.

Backhaus identifierar följande analyser som viktiga i planeringen för dagvattenhantering: terräng (sluttningar och topografiska samlingspunkter för vatten), grundvatten (avstånd till grundvatten, dricksvattenintressen), markanvändning (byggnadsmässiga typologier, grönområden, infrastruktur), jord (jordartkartering), föroreningar (trafikintensitet, förorenad mark, jordar) samt planeringsmässiga mål och förutsättningar (urban förgröning, stadsutveckling och -omvandlingshastighet, synergier).

Terrängkarta, befintlig blåstruktur, befintliga delavrinningsområden och riktning för ytvavrinning genom norra Sunnersta, strukturkarta för framtida bebyggelse och vägar samt vattnets samlingspunkter innan anslutning till bäcken tas fram och sätts samman. Resultatet blir en strategisk lokalisering av befintlig ytvavrinning och placering av dagvat-tendammor innan anslutning till bäcken. Se Analyser för detaljer i resp. lager, s.57-62.



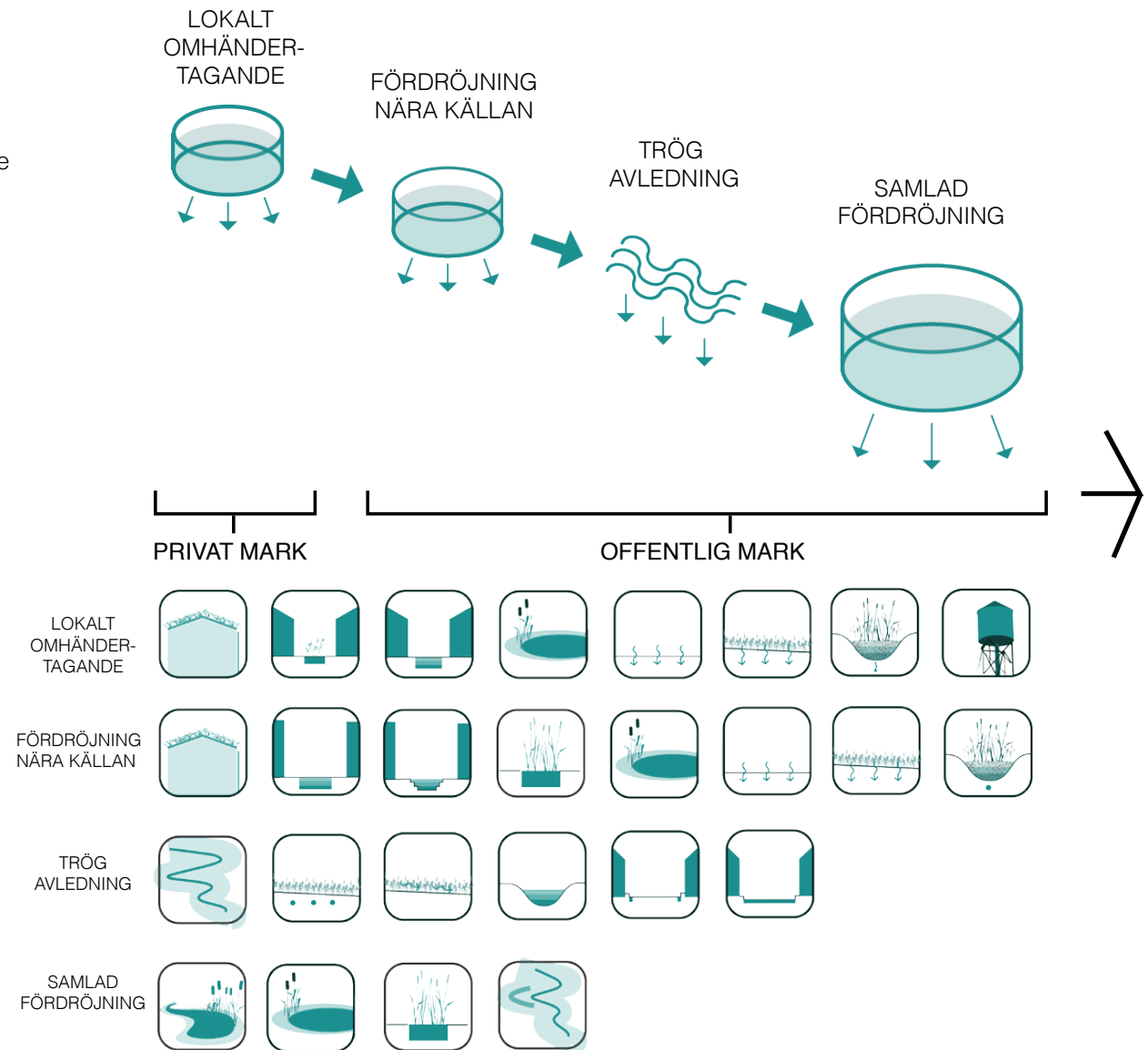
2.5.2. STRUKTUR FÖR DAGVATTENSYSTEMET

Befintliga delavrinningsområden (se s.56) och ytliga avrinningsvägar synkroniseras med framtida bebyggelse och vägar vilket ger en övergripande struktur för dagvattensystemet i norra Sunnersta.



2.5.3. DAGVATTENKONCEPT

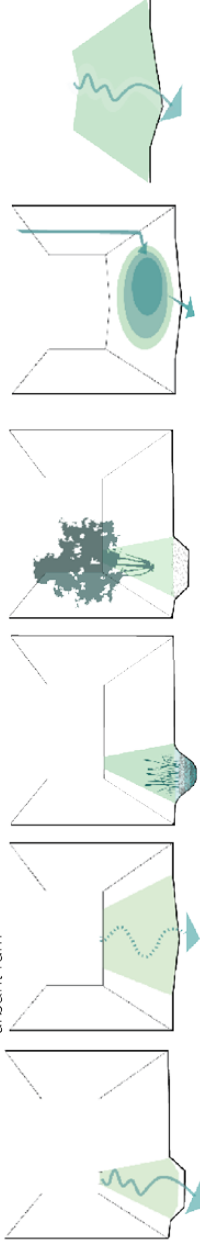
Dagvattenkomponenter appliceras i systemet efter placering i områdets dagvattenkedja efter Stahre (2004) och Dunnett & Clayden (2007). Utformningen bestäms utefter koncept tillhörande respektive placering i dagvattensystemet, platsspecifika förutsättningar och önskad funktion och kvaliteter. Dagvattenkoncepten utgör komponenter i dagvattenkedjan (se Vatten i urbana landskap s.21).



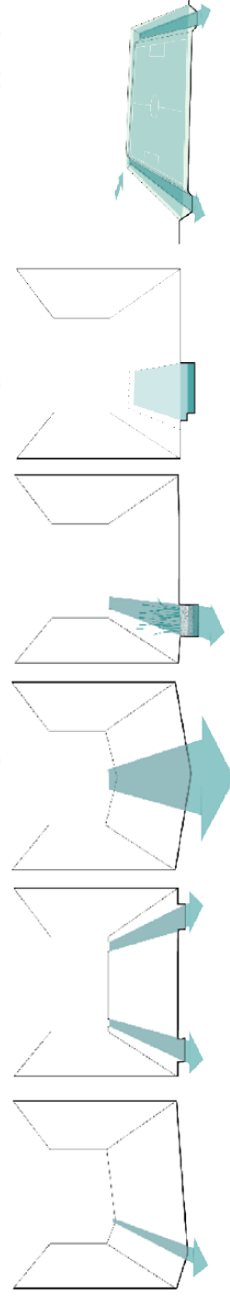
2.5.4. STRATEGISK SKYFALLSPLAN

Planen ger exempel på hur ytvavrinning kan tas omhand av blågröna komponenter i norra Sunnersta. De föreslagna komponenterna tas fram med inspiration av Köpenhamns "Cloudburst management plan" genom att synka områdets topografi, yliga avrinningsvägar, framtida bebyggelse- och vägstrukturer samt diverse funktioner och användningar i området. Inspiration från Ramböll som tillsammans med Atelier Dreiseitl, (tyskt landskapsarkitektkontor) som arbetat med en skyfallsplan för Köpenhamn, *Cityplan – new infrastructure grid synergy with other plans for the city* (Nyderup Nielsen, 2013-09-18).

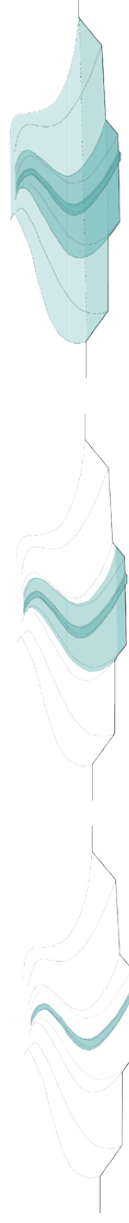
1. Urban bäck
2. Översiling, urbant rum
3. Regnträdgård
4. Grön gata
5. LOD, bostadsgård
6. Parkbäck



7. Avrinning, gata
8. Kanaler, gata
9. Avrinning, gata skyfallsväg
10. Biodike
11. Fördrojningsdamm, i hårdgjord yta
12. Fördrojning vid skyfall, sportanläggning



13. Uppdimensionerad och omprofilerad recipient anpassad för varierende vattenflöden och multifunktion

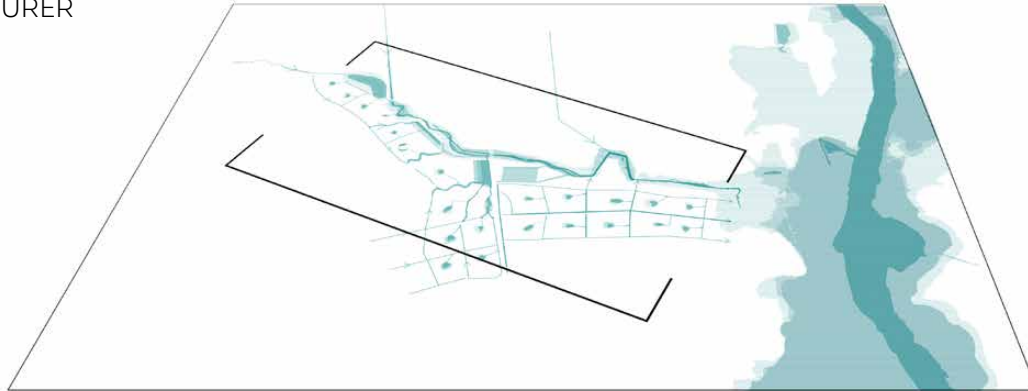


2.5.5. GRÖN-BLÅ STRUKTURPLAN

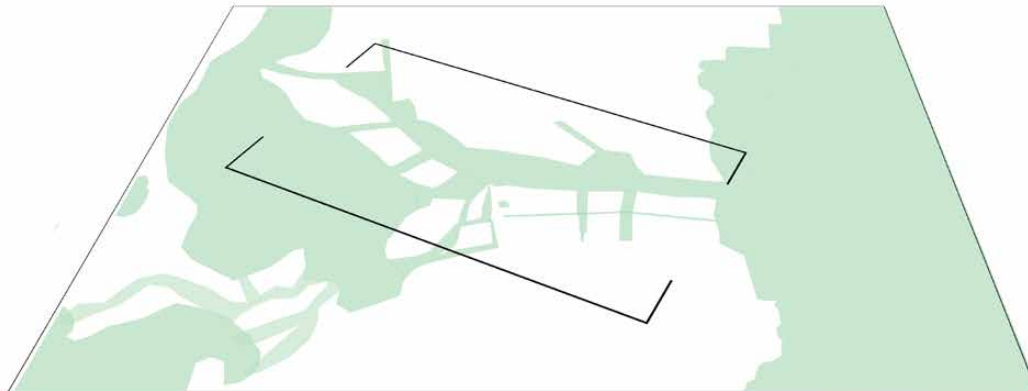
FRAMTIDA BLÅ-GRÖNA
STRUKTURER
I PROJEKTOMRÅDET

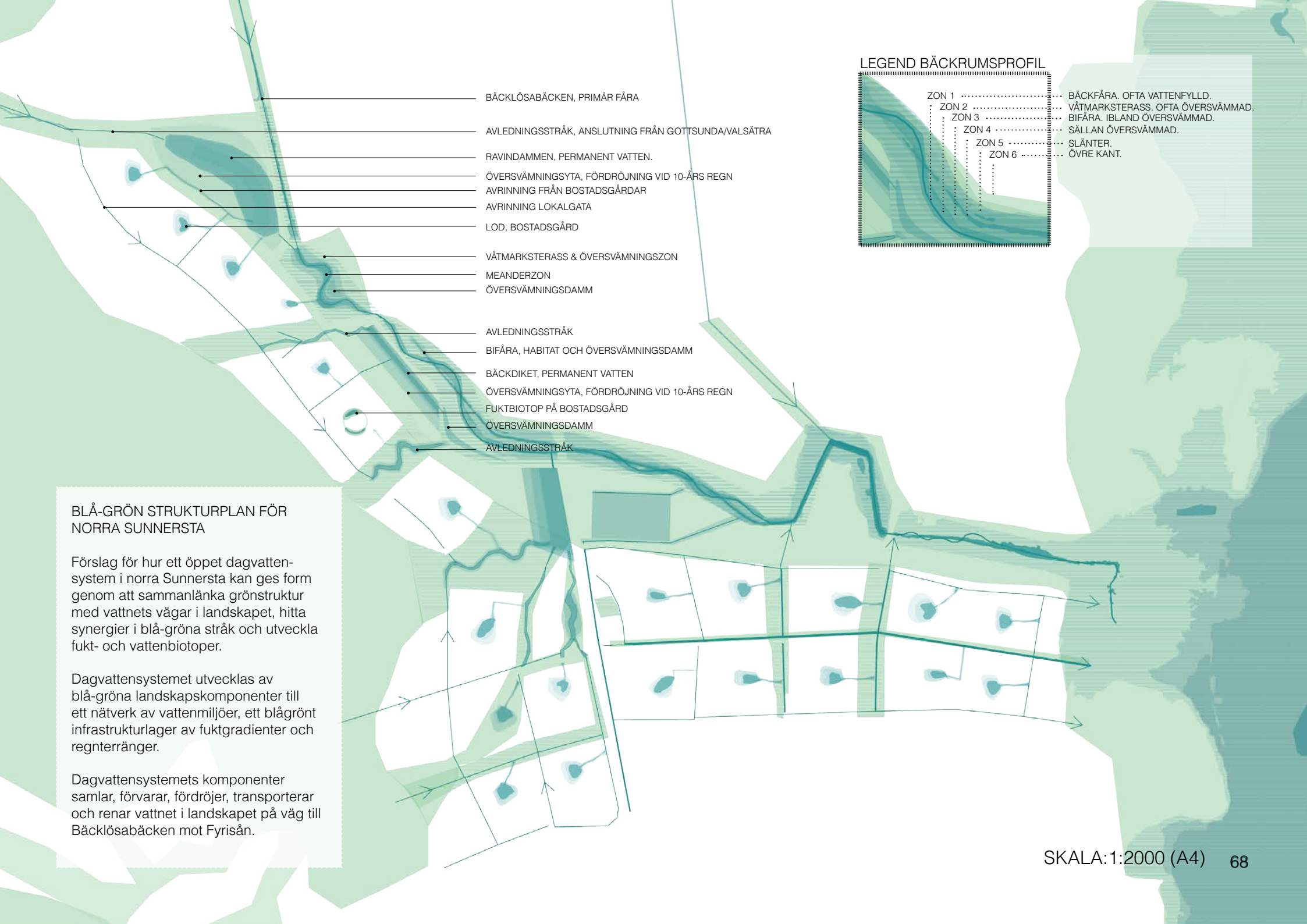


FRAMTIDA BLÅSTRUKTURER
I PROJEKTOMRÅDET



FRAMTIDA
GRÖNSTRUKTURER
I PROJEKTOMRÅDET





BLÅ-GRÖN STRUKTURPLAN FÖR NORRA SUNNERSTA

Förslag för hur ett öppet dagvatten-system i norra Sunnersta kan ges form genom att sammanlänka grönsstruktur med vattnets vägar i landskapet, hitta synergier i blå-gröna stråk och utveckla fukt- och vattenbiotoper.

Dagvattensystemet utvecklas av blå-gröna landskapskomponenter till ett nätverk av vattenmiljöer, ett blågrönt infrastrukturlager av fuktgradienter och regnterränger.

Dagvattensystemets komponenter samlar, förvarar, fördröjer, transporterar och renar vattnet i landskapet på väg till Bäcklösabäcken mot Fyrisån.





2.6. DIMENSIONERING & DESIGN

2.6.1. DIMENSIONERING AV DAGVATTENSYSTEM

De dagvattenkomponenter som dimensioneras för i arbetet är tre fördröjnings- och reningsdammar och en bostadsgård.

För underlag och uträkning se s. 73.

De parametrar som styr avrinningens storlek är regnintensiteten, regnets varaktighet och volym samt andelen hårdgjorda ytor inom området. Den rationella metoden, som är den grundläggande formeln för dimensionering av dagvattenflöden, beräknar det dimensionerade flödet genom att multiplicera regnintensiteten med arean för den del av avrinningsområdet som bidrar till avrinningen (Svenskt Vatten, 2014, s.19). Regnintensiteten för urban tillämpning brukar betecknas l/s * ha. Regnstatistiken bearbetas så att man kan se hur ofta ett visst regn statistiskt sett återkommer. Detta uttrycks i termen återkomsttid, ex. 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 år, etc. Den tid regnet pågår kallas för varaktighet. Ju kortare varaktighet, desto större är regnintensitet erhålls för samma återkomsttid (Svenskt vatten, 2011, s.116).

För att få en känsla över vilka volymer det handlar om vid olika dimensioner skriver Svenskt vatten (2016) att en grov tumregel är att ett 10-års regn är dubbelt så stort som ett 1-årsregn är och ett 100-årsregn dubbelt så stort som ett 10-års regn.

2.6.1.1. LOKALISERING OCH DIMENSIONERING AV DAGVATTENSYSTEM I NORRA SUNNERSTA

För att ta fram lokaliseringar av dagvattenssystemets komponenter behövs fakta kring det avrinningsområde som berör norra Sunnersta projektområde för att ta fram avrinningsområden och flödesvägar i landskapet. Avrinningsområdet tas fram med hjälp av topografisk data från Uppsala kommun och bearbetas i ArcGIS med hjälp av Philip Karlsson, Vatten- och miljökonsult på Sweco Environment i Uppsala.

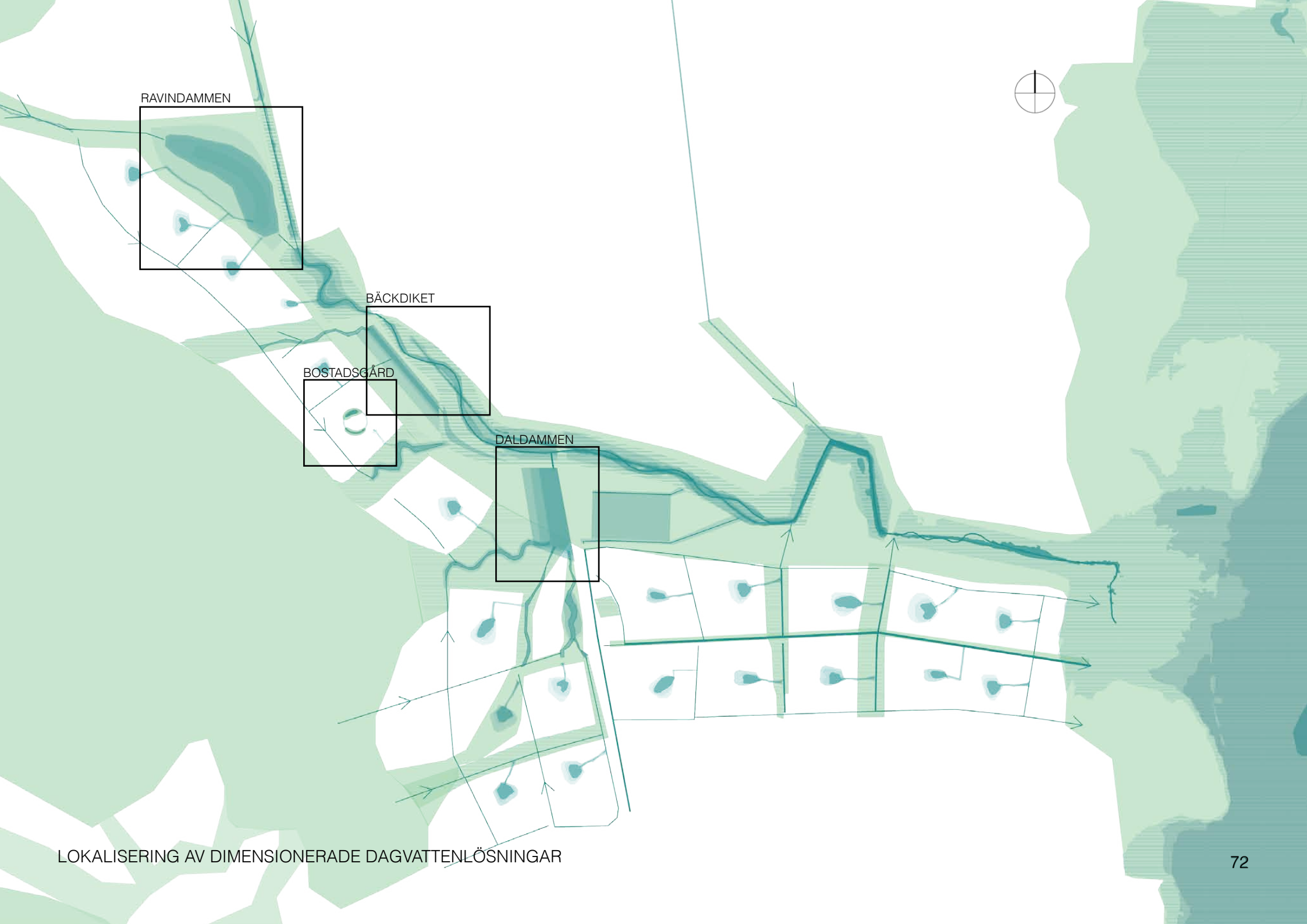
Genom ArcGis urskiljs fyra delavrinningsområden (se s.56) som berör projektområdet, delavrinningsområdenas storlek (ha) och avrinningsvägar (ytavrinning) genom projektområdet. Varje respektive delavrinningsområde analyseras därefter beroende vilka typer av markytor delavrinningsområdet består då olika markanvändning ger olika mycket avrinning, och har en viss sk. avrinningskoefficient (Svenskt vatten, 2016).

Avrinningskoefficienten multipliceras med ytans storlek (i ha) och en viss regnintensitet. Den sammanlagda kvantiteten detta ger behövs för att dimensionera dagvattenssystemen som ska ta om hand vattnet, fördröja och rena innan det successivt släpps ut i Bäcklösabäcken. I dessa volymer räknas med klimatfaktor 1,2 med hänsyn till ökad nederbörds mängd.

Delavrinningsområdena mynnar ut i norra Sunnersta innan det når Bäcklösabäcken. Tre huvudsakliga delområden mynnar i Bäcklösabäcken norra Sunnersta varpå lokalisering av dagvattenssystem är lämpliga innan anslutning till Bäcklösabäcken.

Vid GIS-analysen framkommer hur ytavrinningen i området ser ut, vilka vägar vattnet tar i landskapet och var de mynnar ut i norra Sunnersta. Eftersom tanken är att vattnet från de delavrinningsområden som mynnar i norra Sunnersta ska fördröjas och renas i dammar innan anslutning till Bäcklösabäcken behöver de dimensioneras efter den mängd vatten som behöver hållas i varje respektive damm för att stämma överens med det flödeskrav som finns för området.

Dessa flöden är beräknade utifrån 10-årsregn med klimatfaktor 1,2. Eftersom dagvattenprogrammet i Uppsala eftersträvar naturlig vattenbalans (Uppsala Vatten och Avfall AB & Uppsala kommun, 2014) har flödeskravet baserats på avrinning från naturmark, vilket är 15l/s *ha.



LOKALISERING AV DIMENSIONERADE DAGVATTENLÖSNINGAR

2.6.2. DIMENSIONERINGSUTRÄKNING

-Fördröjnings- och reningsdammar

Flödena är beräknade utifrån 10-årsregn med klimatfaktor 1,2. Eftersom dagvattenprogrammet i Uppsala eftersträvar naturlig vattenbalans har flödeskravet baserats på avrinning från naturmark.

-Beräkningsmetodik:

Dagvattensystemen har dimensionerats för ett 10-årsregn med en klimatfaktor på 1,2 för att ta hänsyn till framtida klimatförändringar.

-Avrinningsområden och markanvändning:

Delavrinningsområden har tagits ut med hjälp av höjddata från Uppsala kommun via ArcGIS med komplement av Eniros rita- och mät-tjänst och därefter har önskad volym på de respektive fördröjningsdammarna dimensionerats med hjälp av StormTac. Därefter har de tre dammarna designats för att hålla permanent yta vatten enligt Larm (2013) samt erhållna fördröjningsvolym.

Norra Sunnersta, Uppsala.

Program: "naturlig vattenbalans".

Krav: spegla avrinning från naturmark. 15 l/s, ha. 10-årsregn. Regn/år: 636 mm. Klimatfaktor 1,2.

3 dammar = tre delavrinningsområden.

Markanvändning i varje område ->

Hur stora är de i hektar? * flödeskravet.

Avrinningsområde 1:

Tot 216,6 ha

Grönt: 106,01 ha

Grått: 32,78 ha

Flerfamiljs: 43,89 ha

Radhus: 26 ha

Tak: 6,4 ha

Grus, 1,52 ha

Rinnsträcka: 2700 m

Flödeskrav: $216,6 \cdot 15 = 3249$ l/s

Flöde ut: 4190 l/s

Fördröjningsvolym: 10928 m³

Avrinningsområde 2:

Storlek: 47,925 ha

Rinnsträcka: 1600 m

Flödeskrav: $47,925 \text{ (ha)} \cdot 15 \text{ (l/s o ha)} = 718,875$,
avrundas till 719 l/s.

Grått: 3ha

Radhus: 4,9ha

Flerfamiljsområde: 1,825ha 0,4

Gröna områden: 32,5 ha

Fördröjningskrav: 1198 m³

Avrinningsområde 3:

Rinnsträcka: 1220 m

Grått 2,6

Grönt, 26

Flerfamiljshus, 9,9

Radhus: 4,9

Villa: 1 ha

Flödeskrav: $44 \cdot 15 = 666$ l/s

Flöde ut: 1077 l/s

Fördröjningsvolym: 1510 m³

Dammen för avrinningsområde 1 ska kunna rymma 10928 m³ vatten för att säkerställa att flödeskravet hålls.

Dammen för avrinningsområde 2 ska kunna rymma 1198 m³ vatten för att säkerställa att flödeskravet hålls.

Dammen för avrinningsområde 3 ska kunna rymma 1510 m³ vatten för att säkerställa att flödeskravet hålls.

I projektområdet finns ett fjärde avrinningsområde, nr 4 på karta s.56, i vilket inte dimensioneras någon fördröjnings och reningsdamm. Detta är för att det gäller en relativt liten yta och den huvudsakliga markanvändningen består av bostadsområde som inte genererar särskilt höga föroreningshalter. Samtidigt avrinner detta område främst naturligt i östlig riktning ner till den befintliga våtmarken i anslutning till Fyrisån. Denna rening avgörs av Irina Persson (2015-03-11) hydrolog på Sweco Environment, Uppsala, vara fullgod.

2.6.3. DESIGN AV DAGVATTENDAMMAR

De dimensionerade dammarna ska förutom att designas för mångfunktion uppnå två mål: reningsfunktion och fördröjningsvolym. Det förstnämnda uppnås bäst i en damm med stor permanent vattenspegel (Persson, 2014) och helst med en area på 200-250m² per reducerad area (Ared) (Persson, 2016-01-14).

Dimensioneringen av permanent yta görs överslagsmässigt efter ett areaförhållande, efter *Generella metoder för dimensionering av dammar och våtmarker samt allmänt om riktlinjer för rening av dagvatten* efter Larm (2011).

I Larm framgår att normal permanent vattenarea för dammar överslagsmässigt utgör cirka 70-250 m²/hared, där hared är reducerat tillrinningsområde i hektar (dagvattengenererande yta, ha) som beräknas utifrån områdets markanvändning och avrinningskoefficienter (se s.71). För våtmarker utgör normal permanent vattenarea överslagsmässigt cirka 300-500 (100-800) m²/hared (Larm, 2011).

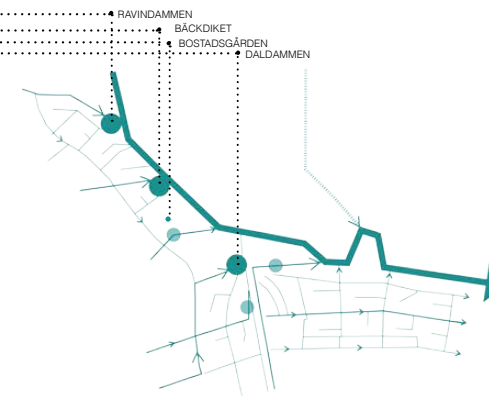
Persson skriver (2010) att gränsen mellan en damm och en våtmark inte är helt tydlig utan definieras beroende på sammanhang, perspektiv och ämnesområde. De flesta associerar en damm som en vattenpräglad område, exempelvis en sjö med stor vattenspegel, medan en våtmark är dess motsats, alltså lite vattenspegel och mycket vegetation (Persson, 2010, s.6). Dammens eller våtmarkens permanenta vattenyta A_p beräknas efter Larm (2011) enligt:
$$A_p = \phi A K A \phi$$



Den permanenta vattenytan A_p (m²) dimensioneras som en viss del av avrinningsområdets reducerade area Ared (ha), där Ared= reducerad area = ϕA , uttryckt med konstanten $K A \phi$. A är områdets area (ha). ϕ är avrinningskoefficienten, den del av nederbörden som ger avrinning. Konstanten $K A \phi$ ($=A_p/Ared$) beror av reningseffekten. Högre värden kan användas vid mer stränga reningskrav. Dammens valda permanenta vattenarea beror på alltså på erforderlig reningseffekt. Dimensioneras dammen med en större permanent yta erhålls högre reningseffekt (Larm, 2011).

Larm (2011) menar att efter att en permanent vattenyta räknats fram så bestäms permanent vattendjup, normalt kring 1,2 (0,8-1,5) meter, släntlutningar, bredder och djup på eventuella grundzoner runt dammen. Utifrån dessa uppgifter kan permanent vattenvolym beräknas. Därefter beräknas utjämningsvolymen över den permanenta vattenvolymen. Vilka utjämningsvolymen som behövs beror på eventuella utjämningskrav (dimensionerande utflöde från anläggningen) liksom på reningskraven (Larm, 2011). I detta arbetet är fördröjningskrav satta på respektive damm men reningskrav har inte satts.

Baserat på avrinningskoefficienter för olika typer av ytor från Svenskt vatten (2016) räknar jag ut önskad permanent yta (m²) för varje respektive damm (eller våtmark) om arean sätts till 75m² per ha red och respektive om 250m²/A red, vilket ger mig ett ytspann att basera designen på.



Den permanenta ytan i dammen för avrinningsområde 1 skulle vara mellan:
 $70,84ha(Ared) * 70m^2 = 4958,8m^2$
 $70,84ha(Ared) * 250m^2 = 17710m^2$

Den permanenta ytan i dammen för avrinningsområde 2 skulle vara mellan:
 $10,62ha(Ared) * 70m^2 = 743,4m^2$
 $10,62ha(Ared) * 250m^2 = 2655m^2$

Den permanenta ytan i dammen för avrinningsområde 3 skulle vara mellan:
 $10,7225(Ared) * (70m^2 \text{ per } Ared) = 750m^2$
 $10,7225(Ared) * (250m^2 \text{ per } Ared) = 2680 m^2$

2.6.3.1. DESIGN AV FÖRDRÖJNINGS- OCH RENINGS DAMMAR

- Daldammen (s.76-77)
- Ravindammen (s.78-79)
- Nya bäckdiket (s.80-82)

Dammarnas/våtmarkernas gestaltning baseras på Jesper Perssons Dammars form-Hydrauliska aspekter på anläggning av dammar (2010). De hydrauliska aspekterna vilket kort kan beskrivas som vattnets rörelse i en damm och hur man kan formge och inreda dammen så att ytorna utnyttjas maximalt (Persson, 2010, s.8). Persson beskriver (2010) att vanliga problem i dammar och våtmarker är dödzoner och kortslutning, varav det förstnämnda betyder att delar av dammen i princip inte utnyttjas vilket kan orsakas av till exempel av kanalisering i en damm med tät vegetation, eller kortslutning vilket innebär att in- och utlopp placeras för nära varandra. Vid denna placering blir vattnets uppehållstid i dammen kort, och för effektiv rening är en lång uppehållstid att eftersträva (Persson, 2010, s.10).

Persson (2010) förklarar att hydraulisk effektivitet betyder förmågan att sprida inkommande vatten jämnt över dammen. I en överdimensionerad damm spelar dammhydrauliken mindre roll men ofta råder konkurrens om markanvändning och dessutom ökar kostnader för både konstruktion och skötsel när dammarna/våtmarkerna är större varför dammens hydrauliska effektivitet önskas maximeras.

Vidare beskriver Persson (2010) att många aspekter påverkar dammhydrauliken:
Design: form och planutbredning, undervattensstopografi, placering av in-och utlopp och djup.

Vind, hydraulisk belastning (inflöde i förhållande till dammens yta vilket styr dammens hastighet), vegetation (bryter jetströmmar, kanaliserar eller sprider inkommande vatten) och temperatur.

Den mest dominerande faktorn som påverkar vattnets väg är dammens form (Persson, 2010, s.13).

De punkter jag arbetar med rör sig inom kategorierna design och vegetation.

Spridningen av vattnet i dammen kan förbättras genom följande punkter:

Längd-breddförhållande bör vara minst 2:1 och gärna upp emot 5:1, tumregeln är åtminstone 3:1.

Meandring är en relativt vanlig form för reningsdammar vilket ökar längd-breddförhållandet, men Persson menar att i jämförelse bör hellre en större yta prioriteras än meandring i sig då ambitionen att meandra ibland kostar mer i ansträngning än vad den ökar reningskapaciteten. Ett annat sätt att förbättra spridning av inkommande vatten, om det inte går att öka längd-breddförhållandet, är att dammarna kan utformas med undervattensbankar och djupzoner. På undervattensbankarna kan växter etableras. Djupzonerna placeras tvärs flödesriktningen vid in- och utlopp, samt i dammens centrala delar. Ju större, kortare och mer vegetativ dammen är desto mer eller fler djupzoner behövs (Persson, 2010, s.21).

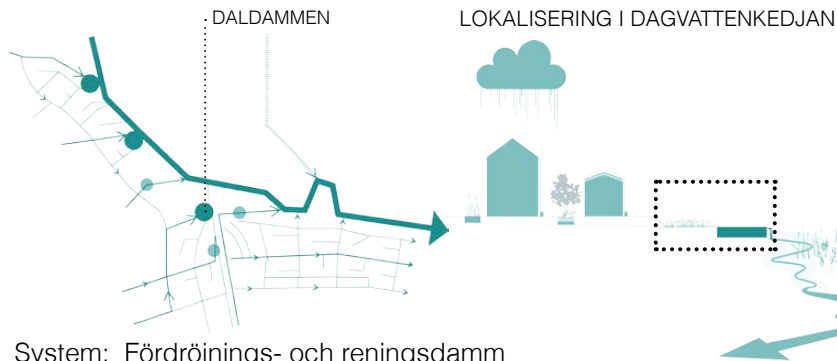
Vegetationen i dammen har många funktioner, bland annat att rena vattnet och utgöra grunden för den våtmarksbiotop dammen utgör. Hur vegetationen placeras i dammen är dock viktigt för dammhydraulik och vattnets resulterande reningsgrad. Långsträckta flacka

strandzoner där vegetationen breder ut sig resulterar i dödzoner där vattnet rör sig i dammens centrala delar vilket leder till kortare uppehållstid och vattnet hindras från att komma ut till vegetationen på sidorna. Samma problem finns i grunda dammar med homogen tät växtlighet där kanaler ofta bildas. I dessa fall kan åtgärden vara skapandet av djupzoner tvärs flödesriktningen som nämnts ovan. För att ta vara på sakahakmassor vid anläggningen kan öar skapas i våtmarkerna och dammarna. För att undvika att skapa dödzoner bör öarnas placering vara i mitten av damm och i flödesriktningen. Utplacering av ett par mindre öar utgör dock vanligen inget problem för dammhydrauliken.

Persson konkluderar med att ambitionen för varje dammprojekt varierar ändamålsenligt och sträcker sig utanför enbart dammhydrauliken, men menar dammhydrauliken med dessa råd kan optimeras inom de ramar som ges (2010, s.28).

Ett alternativt, och relativt nytt, sätt att optimera reningseffekten i dammar med begränsande dimensioner av permanent vatten är flytande våtmarksöar, vilket kan vara tillämpligt inte minst där konkurrens om markanvändning råder. Flytande våtmarksöar kan bidra till optimerad rening och öka den biologiska mångfalden i dammarna samtidigt som de är spännande och fina estetiska inslag. Enligt Vegtech, en leverantör av vegetationsteknik som har en flytande våtmarksprodukt i sitt sortiment, motsvarar en 1m² flytande stomme med vattenvegetation en yta på 180m² våtmark, vilket gör att den flytande våtmarken ger en koncentrerad våtmarkseffekt (Vegtech, Online).

2.6.3.2. DALDAMMEN



System: Fördröjnings- och reningsdamm

Kategori: Samlad fördröjning (Stahre)

Form: Damm med permanent yta och fördröjningsvolym

Karaktär: Organisk våtmarksdamm

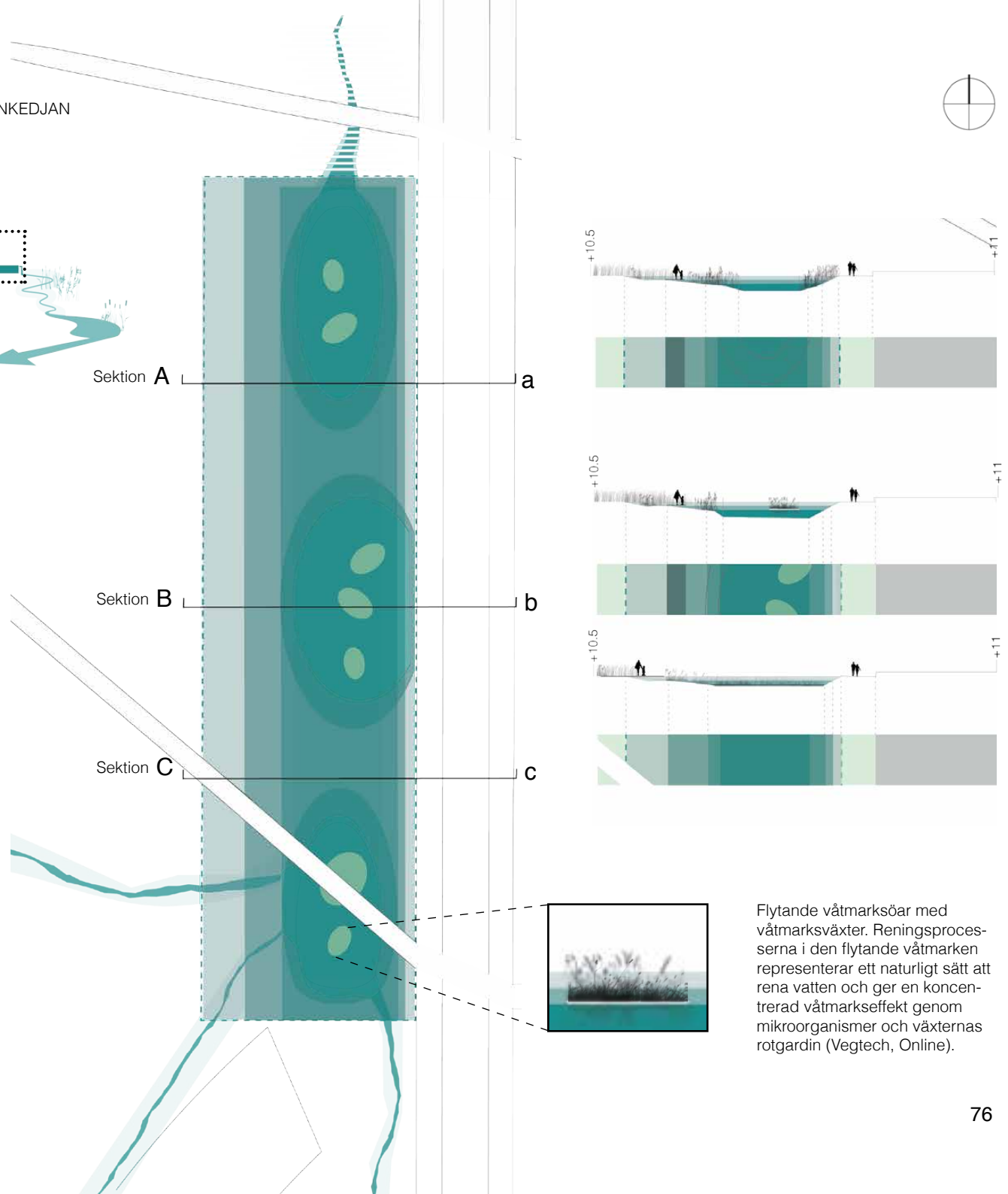
Designpremissar:

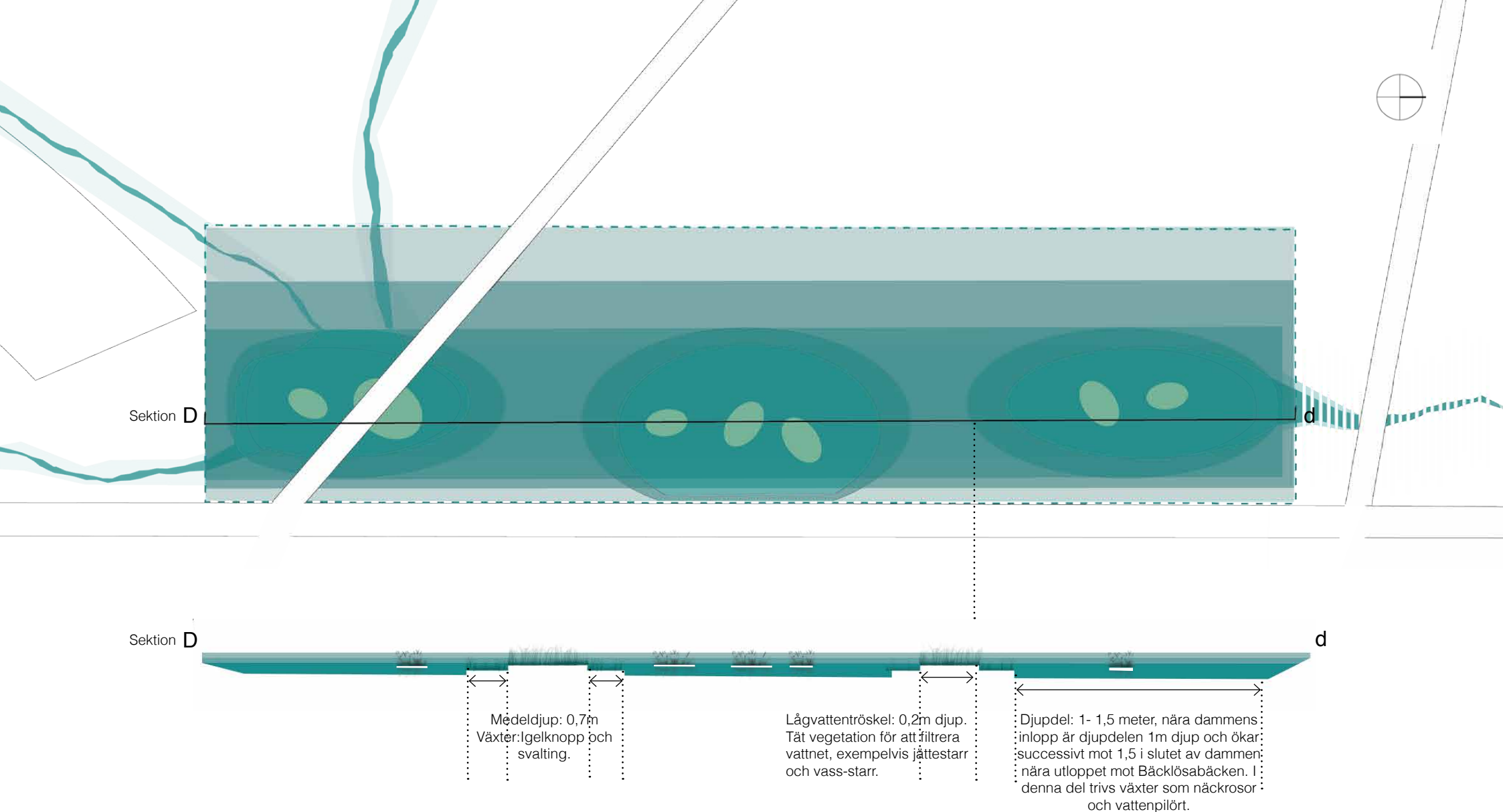
-Permanent yta: 750-2680m² (se s.74)

-Fördröjningsvolym: 1800m³ (se s.73)

Daldammen har en central placering i norra Sunnersta, samlar vatten från tre håll ifrån ARO 3 (se karta på s.56) i vad som är en naturlig lågpunkt i landskapet. Vattnet renas både genom dammens utformning, bestående av djupdelar och lågvattentrösklar, och med hjälp av vegetation på dammens trösklar och kanter som bidrar till att öka den hydrologiska effektiviteten och utgör våtmarksbiotoper. Vegetationen placeras både i slänter och på trösklarna i dammen för att sila vattnet. När dammen är fylld i normalt tillstånd är djupet mellan 1-1,5m med sin lägsta punkt i änden som mynnar i Bäcklösabäcken. Dammen dimensioneras till en permanent yta på 1450 m² (mörkblå färg på planen) och en ytterligare fördröjningsvolym på 1800 m³ vid djupet av 2- 2,5 m vattenfyllnad (två ljusare nyanser blått på planen). De ovala formerna på planen betecknar öppen yta, och de ljusgrå emellan visar vegetationsvolymerna av vattenväxtlighet på slänter och lågvattentrösklar.

Flytande våtmarksöar utgör ytterligare reningselement och fredade habitat för växter och djur genom att bilda artificiella öar. En av de nya gång- och cykelvägarna längs bäckstråket korsar dammen över en brygglik brokonstruktion. Denna kantas bitvis av flytande våtmarksöar på vardera sidan vilket ger ett spännande möte med våtmarksvegetationen och vattenmiljön.





GESTALTNINGSPRINCIPER FÖR RENING

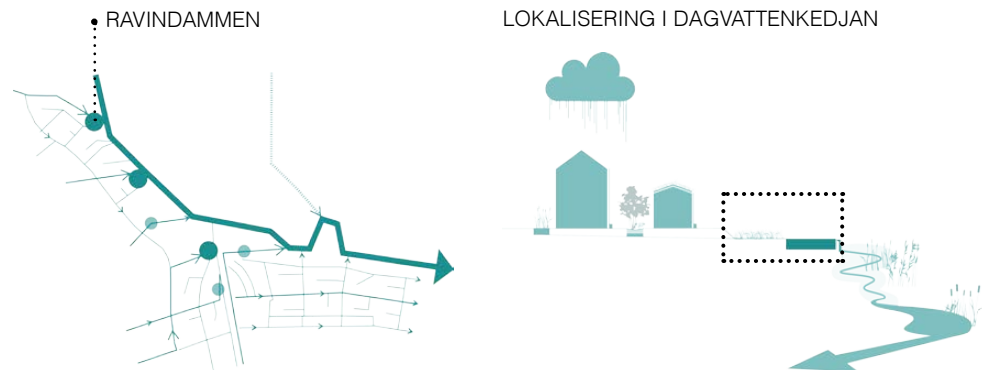
En djuphåla vid dammens inlopp fungerar som en sedimentationshåla där de grövsta och flesta partiklarna ansamlas. Hålan följs av ett grundparti där finare partiklar fastnar i övervattensvegetation. Dammens utformning med grundområde är också gynnsam för kvävereduktionen (Ekologgruppen, Online).

VÄXTVAL

Växtvalet i anläggningen baseras på arter efter respektive fuktzoner och funktioner i anläggningarna, men specifikt för rening av dagvattnet väljs växter efter växtlistans kategori *Växter till dammar för rening* (se Tabell 2, s.95) Vad gäller flytande våtmarken används en mängd olika våtmarksväxter, Vegtech (Online) ger exempel på följande: gul svärdsilja, vassstarr, vattenmynta, stubbtåg, veketåg, säv,

sjöranunkel, älgört, fackelblomster, bladvass och kaveldun.

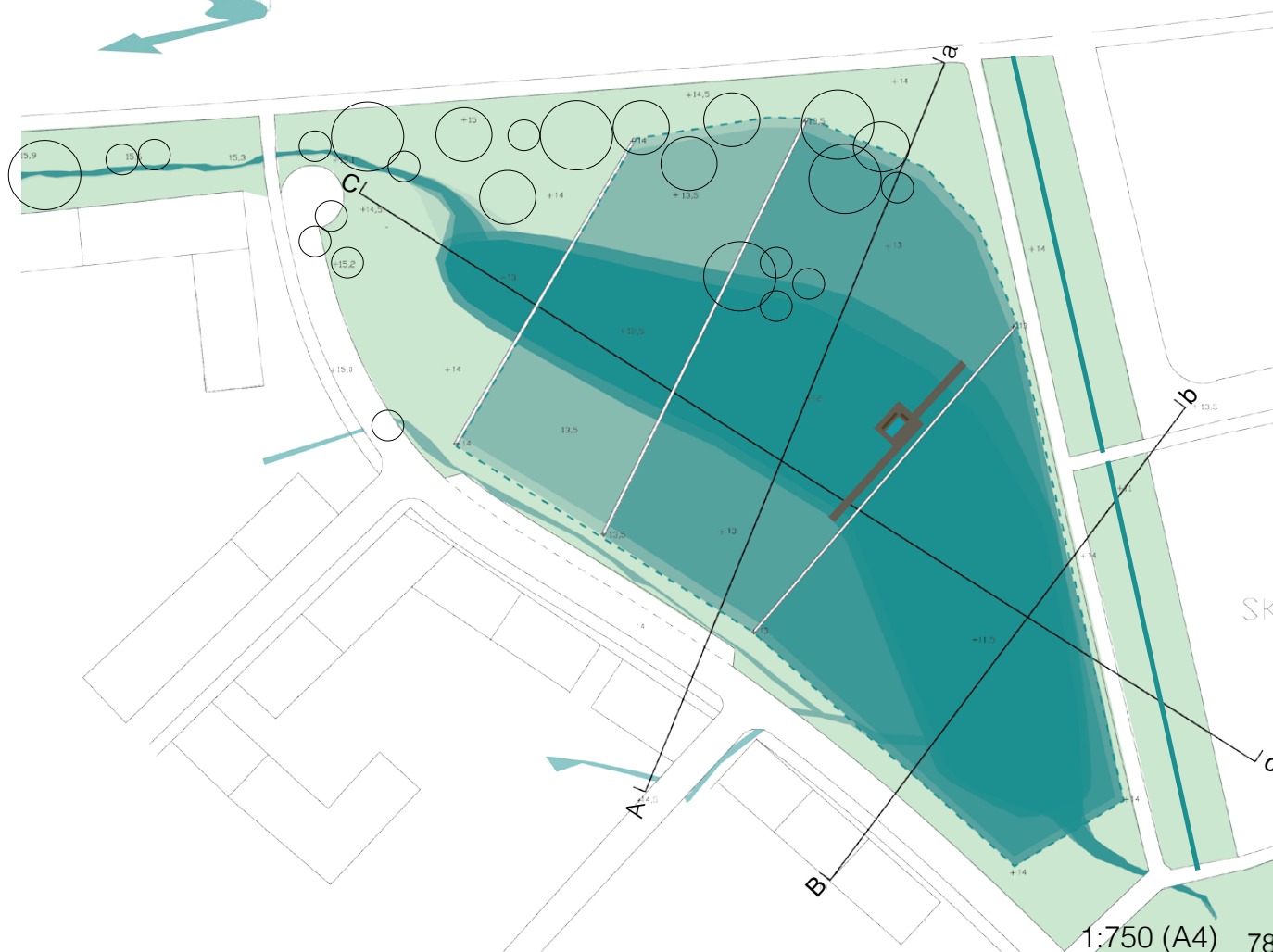
2.6.3.3. RAVINDAMMEN



System: Födröjnings- och reningsdamm
Kategori: Samlad födröjning (Stahre)
Form: Damm med permanent yta och födröjningsvolym
Karaktär: Terrasserad våtmarksdamm
Designpremissar:
-Permanent yta: 4958- 17710m² (s.74)
-Födröjningsvolym: 10 928m³ (s.73)

Ravindammen fångar upp vatten från delavrinningsområdet 1 (se karta över delavrinningsområdet på s.56). Då delavrinningsområdet är mycket stort och kräver en stor födröjningsvolym är den yta som finns tillgänglig för dammens lokalisering inte stor nog att rymma en stor permanent yta (se Dimensionering av dagvattendammar s.74). I princip hela den yta som finns tillgänglig i strukturplanen skulle då bestå av en meterdjup permanent damm. Samtidigt måste utformningen fånga upp vattnet i en nivåskillnad på 3 meter och säkerställa en födröjningskapacitet på nästan 11 000m³ för att födröja ett klimatkompenserat 10-årsregn.

Då jag vill att det i normaltillstånd ska finnas möjlighet för andra aktiviteter och funktioner i området förutom dammen väljer jag med minsta rekommenderade permanentytan för dammen (se uträkning på sida 74). Istället arbetar jag med att effektivisera den hydrauliska kapaciteten med gestaltning och vegetation och hämtar upp nivåskillnader för att hålla 1m djup med hjälp av vallar som delar upp dammen och översvämningssytorna för födröjningsvolymen i terrasserade sektioner. En av terrassvallarna utgör även pausplats och passage över dammen. När födröjningsvolymen är fylld till dimensionerat max är vattendjupet mellan 1- 2,5 m (varav 0-1,5m födröjningsvolym på vardera respektive terrass).

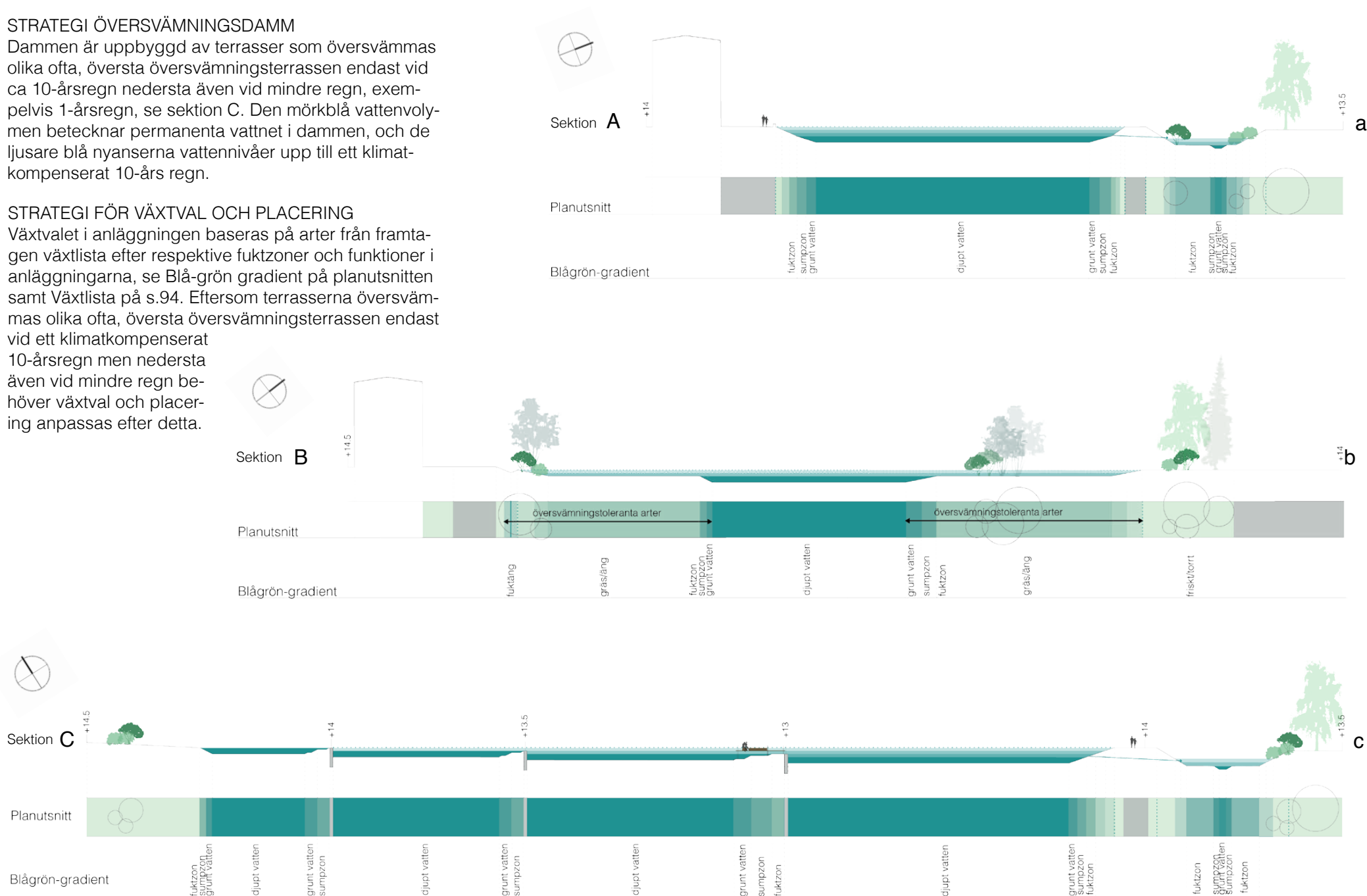


STRATEGI ÖVERSVÄMNINGSDAMM

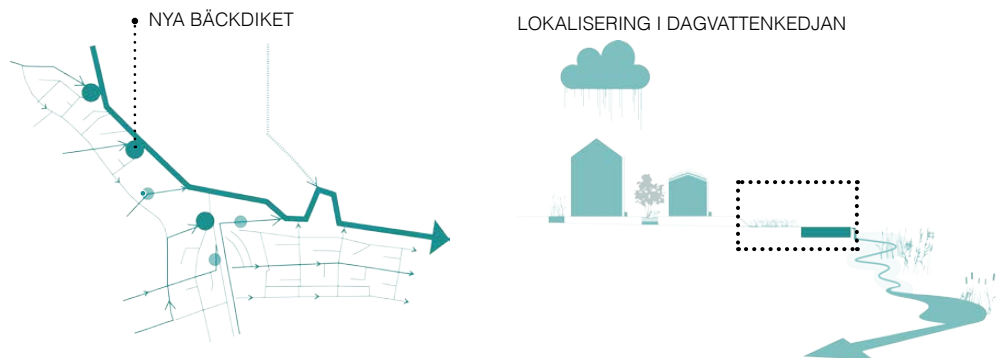
Dammen är uppbyggd av terrasser som översvämmas olika ofta, översta översvämningsterrassen endast vid ca 10-årsregn nedersta även vid mindre regn, exempelvis 1-årsregn, se sektion C. Den mörkblå vattenvolymen betecknar permanenta vattnet i dammen, och de ljusare blå nyanserna vattennivåer upp till ett klimatkompenserat 10-års regn.

STRATEGI FÖR VÄXTVAL OCH PLACERING

Växtvalet i anläggningen baseras på arter från framtiden växtlista efter respektive fuktzoner och funktioner i anläggningarna, se Blå-grön gradient på planutsnitten samt Växtlista på s.94. Eftersom terrasserna översvämmas olika ofta, översta översvämningsterrassen endast vid ett klimatkompenserat 10-årsregn men nedersta även vid mindre regn behöver växtval och placering anpassas efter detta.



2.6.3.4. NYA BÄCKDIKET

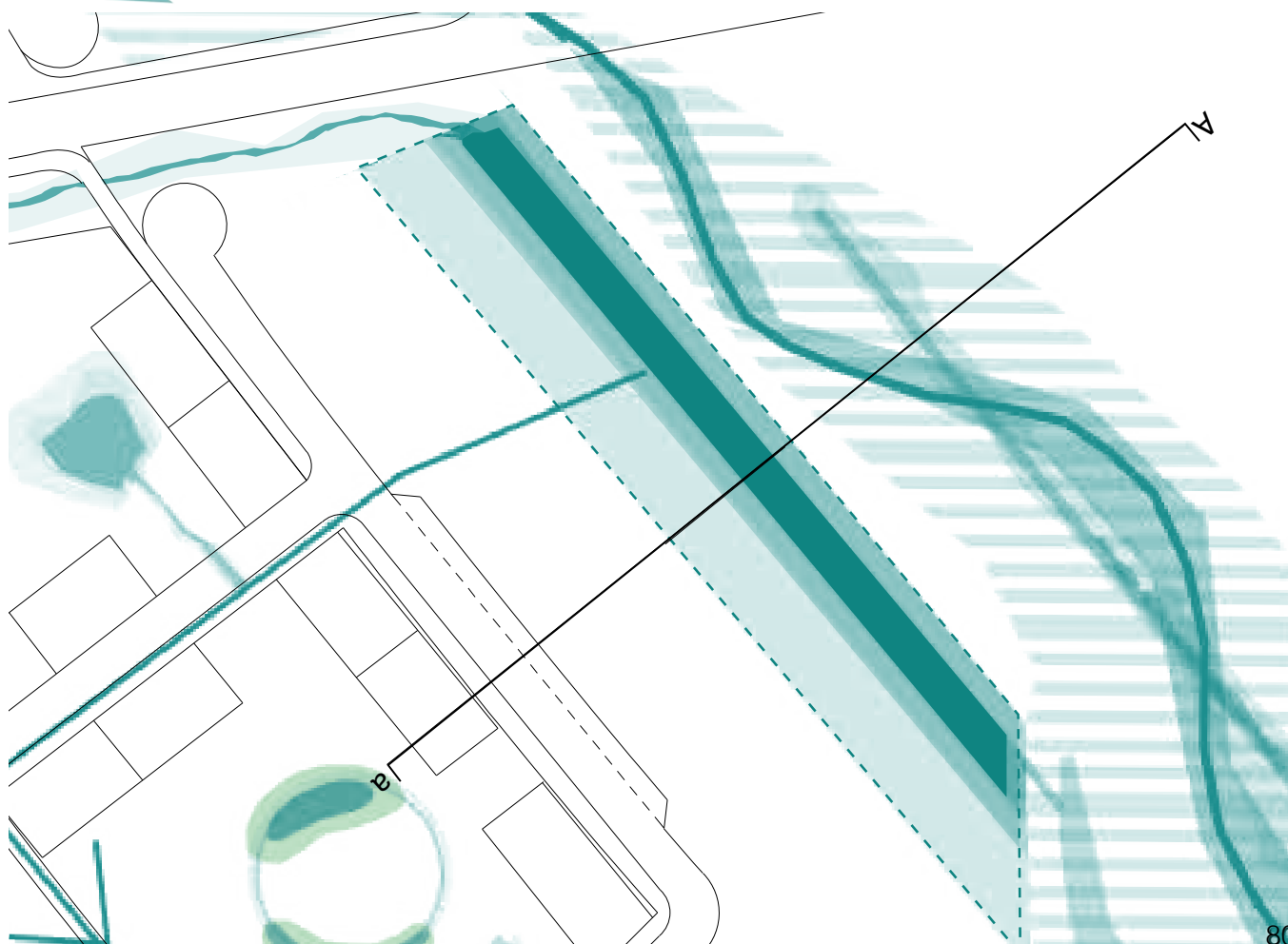


System: Fördröjnings- och reningsdamm
Kategori: Samlad fördröjning (Stahre)
Form: Våtmark med permanent yta och fördröjningsvolym
Karaktär: "Vattenlandskap"
Designpremiss: Permanent yta: 743,4m² - 2655m² (se s.74)
Fördröjningsvolym: 1198m³ (se s.73)

Avrinning i öppna lösningar kräver en lutning på 5 promille/m (WSP, 2014). Om bäckdiket görs 150m långt blir höjdskillnaden mellan dammens start- och slutpunkt 0,75m. Detta kan jämnas ut i dammen genom att placera ut två skibords (förf. anm. skibord= vattenpuppdämning över vilket överflödsvatten avledes) som delar av dammen i tre delar med ca 0,25m höjdskillnad vardera.

Ett klimatkompenserat 10-årsregn fyller dammen med lite drygt 1m vatten i dess lägsta punkt och upptar en bredd av 16m i landskapet. Släntlutningarna är 1:2 närmast lågpunkten och 1:10 till dammens översvämningssgräns. Om önskat kan den fyllas till 2m i lägsta punkt vilket ger dammen vattenfylld till en bredd av 22m. För varje längdmeter av dammen ryms ca 15m³, därför räcker det om dammen är 100m lång för att klara volymkraven vid ett klimatkompenserat 10-årsregn.

Nya bäckdiket samlar vatten från avrinningsområde 2 (se karta på s.56) och är designad för att ge känslan av att befinna sig i ett vattenlandskap. Dammen får en

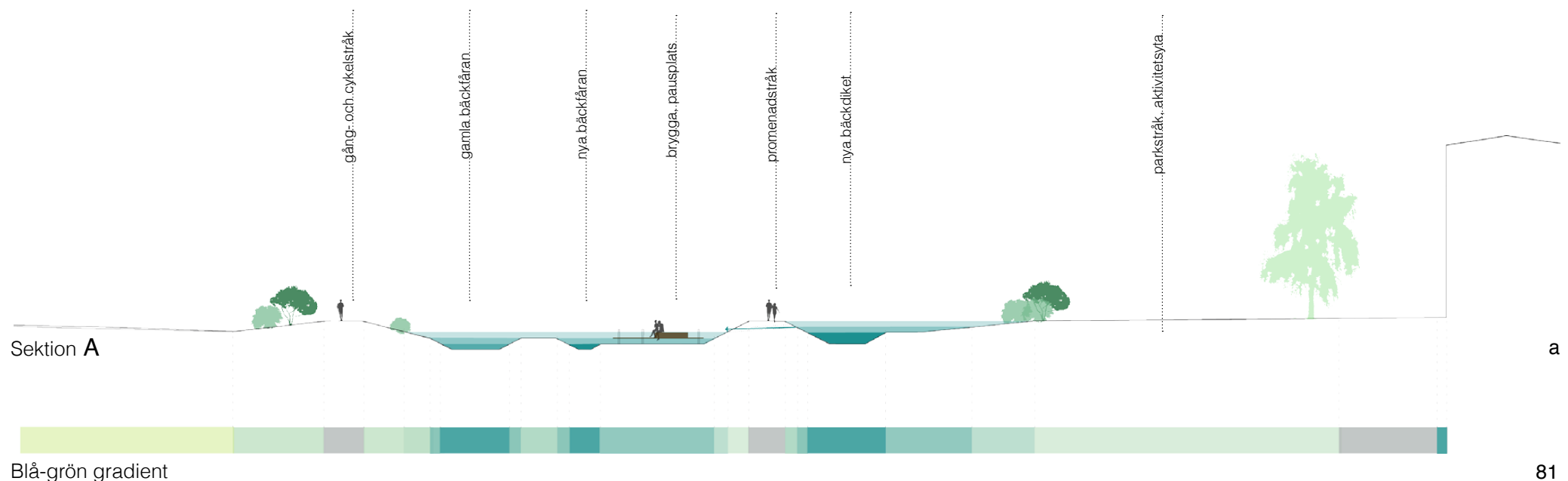


aktiv del i skapandet av bäckstråkets helhetsstruktur och "vattenlandskap"-karaktär. Parkstråket är på grund av sin lokalisering i avrinningssystemet starkt vattenpräglad, vilket med fördel utnyttjas, men även andra intressen och funktionskrav finns på en stadsdelspark. Tanken med att bäckdiket är smalt och avlångt är att frigöra plats för övrig aktivitet i parken som exempelvis odling, lek, sport, etc.

Den strukturella utformningen liknar ett biflöde till bäckrummet, men har inte någon möjlighet att översvämma från bäcken utan endast för att fånga upp avrinning uppströms ifrån, fördröja, rena och leda vidare till bäcken med kontrollerad flödes hastighet.

Dammen har en lågpunkt i anslutning till vallen mot bäckrummet där vatten samlas. Vattenlandskapskaraktären kan förstärkas med hjälp av växter, utrustning, möbler, bryggor och spänger som ger associationer till vattenmiljöer som samtidigt tillgängliggör dammen.

Dikets slänter varierar med fördel både gestaltningssmässigt och med vegetation och konstruktioner för att bryter det annars strama enformiga uttrycket. I grova drag kan liknande strategier för vattenrening, fördröjning och förgröning användas här som för Daldammen med djup och lågvattentrösklar, vegetationsvolym och flytande våtmarksöar exempelvis. Jag väljer därför att inte gå in mer i detalj på utformningen här. Växtvalet sker efter respektive fuktzon och eventuell översvämningszon (se s.79 för beskrivning av strategi samt växtlista på s.94).





2.6.4. DIMENSIONERINGSUTRÄKNING BOSTADSGÅRD

Dimensioneringen för fördröjningsvolym på en bostadsgård i området baseras på *Beräkning av dimensionerande dagvattenflöden med rationella metoden*, Svenskt vatten (2016), samt ett tillvägagångssätt jag lärde mig på kursen *Urban ecosystems: structures, functions and design* på Köpenhamns universitet. Jag utgår från en av gårdarna från Swecos strukturplan (se s.72 och 85).

Gårdens totala area uppmäts till 0,32 ha och avrinningskoefficienten, ϕ , satt enligt tabell 4.12 *Avrinningskoefficient för typområde* (Svenskt vatten, 2016). Detta görs eftersom dimensioneringen behandlar en planerad gård där enda kända faktorn över gårdens framtida gestaltning är dess bebyggelsetyp, varpå en mer detaljerad uträkning inte är möjligt i detta läge. Avrinningskoefficienten (ϕ) sätts till 0,4 då bebyggelsetypen enligt tabell 4.12 (Svenskt vatten, 2016) sätts till Öppet byggnadssätt (flerfamiljshus) på flackt område.

Regnintensiteten sätts till återkomsttid på 10 år med en varaktighet på 10 min (då regnintensitet l/s * ha) för blockregnsvaraktigheten 10 min då ett delavrinningsområde sällan har kortare rinntid än 10 min (Svenskt vatten, 2016, s.18). Regnintensiteten ges enligt tabell 4.8 (Svenskt vatten, 2016, del 2, s.20) ett värde på 228,0 l/s * ha. Detta värde multipliceras med klimatfaktor 1,2, för att klimatkompensera med 20% mer nederbörd, vilket ger ett värde på 273,6 l/s*ha.

Bostadsgård; 0,32 ha.

Red A= 0,4 (ϕ) * 0,32ha= 0,128

Red A * i = 0,128 * 273,6 = 34,944 (l/s)

Det dimensionerade dagvattenflödet blir: 34,944 l/s vilket avrundas till 35 l/s

För att dimensionera en magasinvolym baserat på dagvattenflödet för detta 10 min regn:

35 l/s (flödet ner över ytan av bostadsgården) * 600 (sekunder som 10 min består av) / 1000 (liter eftersom att 1000l är en m3) = (35*600) /1000= 21 m3

För att ta hand om vattnet som faller på bostadsgården under detta klimatkompenserade 10-årsregn behövs alltså en magasinvolym på 21 m3.

För att räkna ut hur mycket avrinningsvolym ett grönt tak skulle kunna ta omhand på bostadsgården (se plan på s.85 för beräknad yta):

Grönt tak: 0,07565ha

Red A= (0,6) (=procent avrinning i medeltal för ett extensivt tak för ett årsregn) 0,07565ha= 0,03026ha

0,03026ha*(273,6/2)(l/s/ha)=4,139568 (l/s)

4,139568*600=2483,7408

2483,7408/1000 = 2,48m3

Vid ett 1-årsregn reduceras volymen med 2,48m3 i det extensiva gröna taket, eftersom det håller kvar denna 40%. För ett tak som tar 60% minskar fördröjningsvolymen på gården vid ett 10-min 1-årsregn med ca 3,73m3 eftersom taket då fördröjer detta (se avsnitt om

gröna tak, s.31).

Bostadsgårdens dagvattensystem designas till två magasinvolymen med olika gestaltning och uttryck. Sumpskogen (se skiss, s.87) dimensioneras för att ta halva magasinvolymen, 10,5 m3, och utformas att ha ett maxdjup på 0,5m. Regnträdgården dimensioneras för att ta hand om 10,5m3 i en volym med ett maxdjup på 0,1-1.15 m, där 0,15 är en lågpunkt i mitten av planteringen. De båda respektive areorna blir således minst 21 m2 för sumpskogen och ca 100 m2 för regnträdgården för att rymma magasinvolymen. Då jag designar sumpskogsbiotopens kanter med avsatser på respektive sidor och sätter släntlutningen till 1:2 blir totala arean ca 30 m2. Släntlutningarna ger ett volymtillägg till sumpskogen vilket betyder att det finns en del marginal för den dimensionerade volymen, dessutom rymmer fuktängsrännan som förbinder de båda biotoperna på bostadsgården vilket möjliggör spridning av vatten av en viss volym. I regnträdgården hålls det avrunna vattnet kvar i regnbädden med en kant eller skibord för att det primärt ska dräneras ner genom regnbädden. Om den tillgängliga volymen i magasinet breddas svämmas vattnet över skiborden ner i fuktängsrännan som sluttar mot sumpskogsbiotopen norrut på bostadsgården som är placerad 25cm lägre än regnträdgården. Vatten hålls kvar i sumpskogen till en viss volym med hjälp av en kant eller skibord innan det svämmas över tillbaka till fuktängsrännan och mot regnträdgården till max breddning. Om hela dagvattenkomponenten är fylld avrinner vatten ytligt på marken i ränna via avledningsstråk till bäcken i parkstråket.

2.6.5. DESIGN AV REGNBÄDD OCH FUKTBIOTOP PÅ BOSTADSGÅRD



System: Regnbäddar på bostadsgård
Kategori: LOD i privat bostadsområde
Form: Regnbädd med fuktbiotoper på bostadsgård
Karaktär: "sumpskog", "regnträdgård och -woodland"
Designpremisser:
- Permanent yta: 0m3
- Fördröjningsvolym: 21m3 (se s.83)
Med extensivt grönt tak ytterligare 2,48m3 fördröjningsvolym.

Gestaltningen av dagvattenkomponenter på en bostadsgård är ett försök att tillämpa de principer, strategier och verktyg som presenterats i litteraturstudien för att skapa vattenbalans i urbana miljöer. Det är ett konkret sätt att visa hur vatten kan användas som en positiv resurs i landskapet, och en bostadsgård som kan utgöra en komponent i Bäcklösabäckens avrinningskedja. Jag väljer att utforma regnbäddar med fuktbiotoper då de representerar dagvattenkoncept med mer och mindre tillfälligt vatten, med syfte att utforska de gestaltningssmässiga förutsättningar dessa ger inte minst gällande växtval. Designen är inte fullständigt genomarbetad utan snarare principiell, då jag saknat tillräcklig handledning i utformningen av regnbädden vilket i sig är fundamentalt för både design, ståndortsförhållanden och växtval till anläggningen. Diskussionen kring detta är ändå intressant nog att ges plats i arbetet.

Först och främst redovisas riktlinjerna framtagna i litteraturstudien kring grönstrukturen och växternas roll i klimatanpassning och dagvattenhantering (se s.31) och hur och varför de kan användas vid planering och design av bostadsgården.

För vattenbalans och röd-grön-blå-mervärden på bostadsgården:
Öka andelen permeabla ytor, både för mjuka och hårda material, i form av grus, permeabel asfalt, armerat gräs och grönytor som kan absorbera och/eller infiltrera vatten.

Vegetation av stor mängd och kvalitet, gärna större barr- och lövfällande lignoser med stor evapotranspirations- och interceptionsförmåga.

Gröna tak.

Uppsamlar och återbrukar regnvatten från tak.

Utnyttja möjligheten att hålla kvar och/eller fördröja vatten på sätt som ger mervärden för både människor, växter och djur på bostadsgården.

Användning av många hydrologiska processer (interception, infiltration, perkolation, evaporation, transpiration, etc.)

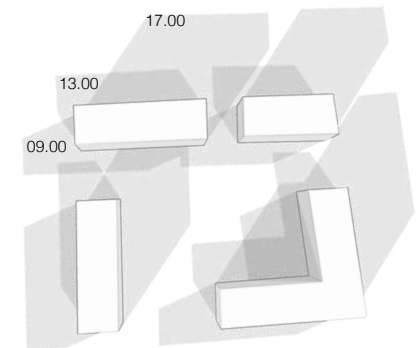
Öppna/ytliga lösningar - hanterar mycket större kvantiteter än rör - bygger in resiliens och flexibilitet.

Utnyttja fuktbiotopernas förmåga att suga åt sig vatten i varierande vattentillstånd, och gradienternas potential

för en biologisk mångfald.

In med det naturalistiska och vilda! Äng istället för kortklippt gräs. Ängsmark av höga gräs och ängsvegetation, kan bidra med att hålla vatten, minska vattenmängden, avrinningshastigheten (främst i slänter) och reducera skötselbehoven för vattning och klipp stort. Utnyttja vatten och vattenvägar för att ge röd-grön-blå kvaliteter genom att kombinera gröna och blå komponenter.

Vattenhantering och återanvändning, vatten/fuktmiljöer, biologisk diversitet, estetik, pedagogik, rekreation, svalka, odling, möten.



Figur 17. Skuggstudie 25 juni kl 09.00, 13.00, & 17.00.

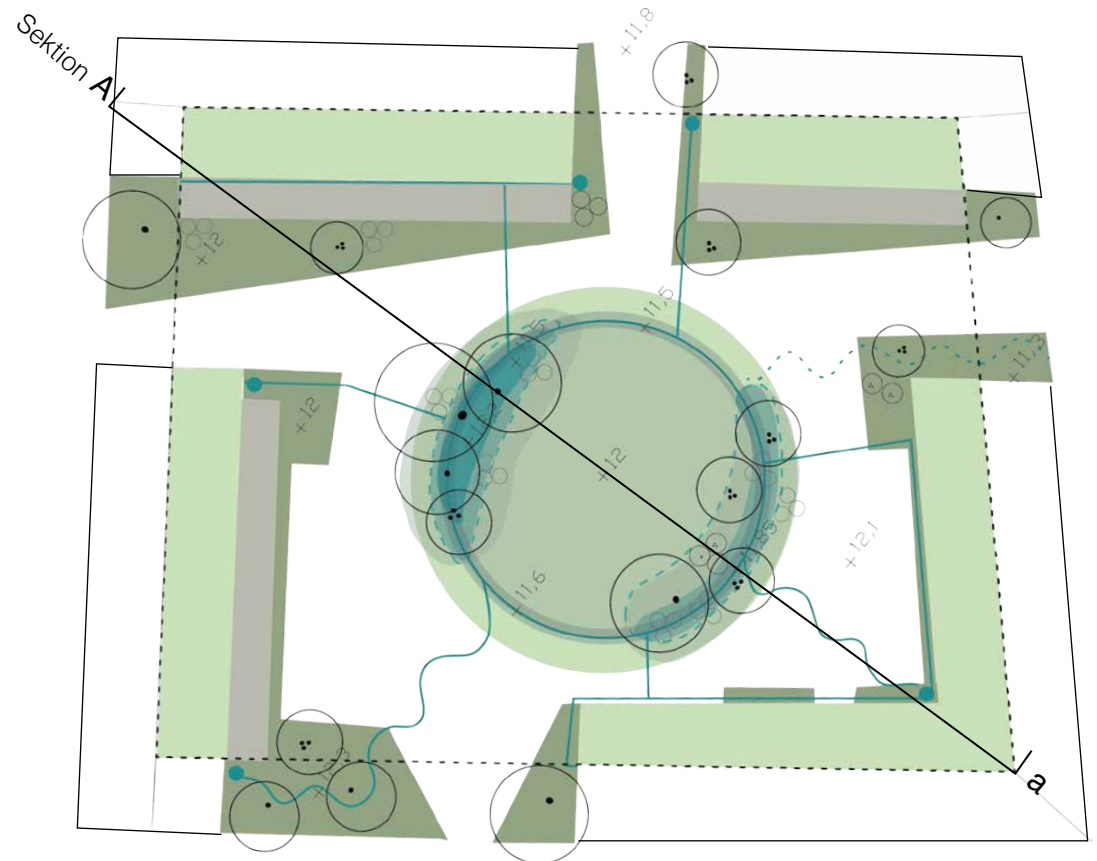
2.6.5.1. ÖVERGRIPANDE STRATEGI

På bostadsgården kan regnvatten användas på många olika sätt. Regnvatten kan samlas från tak för att bevattna planteringar och odlingar, infiltrera vegetations- och gräsytor eller avrinna till ett vattenelement i mitten av bostadsgården för att bevattna vegetationen, skapa vackra och svalkande, skugggivande planteringar för varma sommarmånader och samtidigt rena och fördröja vattnet.

På gården består terrassen av lera (se Jordartskartering s.56) vilket betyder dåliga förutsättningar för infiltration. Istället kan regnvatten avrinna till urgrävda sänkor och svackdiken där det samlas och bildar tillfälliga dammar och infiltrationsplanteringar där vattnet renas och dräneras bort till samlad fördröjning i parken innan anslutning till bäcken. Regnbäddarna designas efter Fridell och Jergmo (2015) med vattenlås för att öka mängden växttillgängligt vatten som förutom att ge en relativt vattenbalanserad miljö även påverkar lokalklimatet genom att ge en buffrande förmåga vid höga lufttemperaturer.

Efter rådande förutsättningar på bostadsgården (se Figur 17. Skuggstudie) väljer jag att göra en flerskiktad skuggplantering, "regnwoodlandet", och en fukthållande sänka jag kallar "sumpskogen". Mellan dessa biotoper finns en öppen yta, en ängs- och gräsplätt med möjlighet till lek, aktivitet och odling. De två biotoperna kopplas samman av ett cirkulärt svackdike som jämnar ut vattnet i dagvattenelementet. En mindre, delvis hårdgjord ränna kan vid höga vattennivåer transportera vatten från gården mot fördröjningsdammen i parken. Över sumpskogens djupaste del finns en träterrass med hål för trädstammarna som står i växtbädden. Denna tillgängliggör ytan över sumpskogen i alla sorters väder och utgör en vistelseyta bland trädstammar, gräs och perenner i bästa solläge.

Många fukt- och sumpzonsväxter är vackra och kan ge estetiska värden till bostadsgården. Risken med att plantera dessa i en regnbädd är att dess varierande tillgång på vatten kan utgöra stora påfrestningar för växterna. I sumpskogen kan fuktzonsväxter planteras i betongrör i sumpskogsänkan som gör att jorden inuti genom kapillärkraften får kontakt med vatten från botten. På så sätt får rötterna kontakt med fuktig jord oavsett förändringar av vattennivån i sänkan i stort. Dessa kan även stödvattnas vid behov, exempelvis med uppsamlat takvatten. Samma metod kan tillämpas i större skala för träd för att undvika den anaeroba zon som uppstår i regnbäddar med vattenlås.



PLAN MED PRINCIPIELLA VATTENKOPPLINGAR



2.6.5.2. REGNBÄDD

Med syfte att designa regnbäddar för bostadsgården försöker jag kontakta kunniga inom området på SLU, men lyckas inte med detta då det bara verkar vara en som kan ämnet och denne inte har tid. Då jag efter flera försök att kontakta kunniga inom området för vägledning i frågan får jag slutligen tag på Wellander, nämnd ovan som skrivit examensarbetet Systembeskrivning av regnbäddar - från ståndortsutbyggnad till växtfysiologiska och morfologiska egenskaper baserat på Fridell & Jergmos 5 regnbäddstyper (2015) och nu arbetar som konsultlandskapsarkitekt som hjälper mig nysta i begreppen. Hon menar att då poängen med regnbäddar är att bli av med vatten gör växtbäddsupbyggnadens dränerande egenskaper att ståndorterna ofta blir torra varför det inte är helt enkelt att skapa en fuktigare ståndort. Till detta följer en diskussion kring vilka typer av biotoper som kan skapas i de respektive regnbäddarna och vilka upplevelse- och gestaltningsmässiga kvaliteter de för med sig, vilket mångt och mycket är en fråga om tycke och smak. På bostadsgården exempelvis, ser jag hellre att växtligheten ges förutsättning att uppnå någon slags svalkande lummighet än en karg strandbiotop, som kanske passar bättre i gatumiljö utan större krav eller förväntningar på skötselåtgärder, och efter diskussion med Wellander verkar det som att det är svårt att säga om detta går att uppnå. Hon underrättar mig om att även växter i en regnbädd typ 5 med svårighet överlever långa perioder av torka på sommarmånaderna. Problemet är, säger hon, att det i ett slutet system bildas en anaerob zon, vilket växterna kan dö av, och att växterna även kan dö av för långa perioder av torka. Att fördjupa substratlagret hade kunnat göra växtbädden fuktigare men den anaeroba zonen är då svår att reglera och måste i sådana fall vara på ett djup så att trädrötterna slipper detta. Jag kontaktar även Johan Nilsson, landskapsarkitektstudent som skriver sitt examensarbete om regnbäddar för Gatukontoret i Malmö i skrivande stund, som tipsar om två potentiella lösningar. Det ena alternativet, liknar Wellanders, och handlar om att överdimensionera regnbädden (som är enligt Fridell & Jergmo 2015, exempeltyp 5 med vattenlås) både djup- och ytmässigt, och det andra alternativet är att regnbädden kan kombineras med någon typ av speciallösning för träden i regnbädden då de kan planteras i egna "celler" (citat Johan Nilsson) som har kontakt med terrassen, vilket skulle ta bort problemet med anaeroba zonen. Däremot kan perenner planteras i regnbädden och anaeroba zonen dimensioneras för att hamna på ett

behörigt djup från perennernas rötter. Till detta resonerar jag som så att de flesta bostadsgårdar ändå förväntas stödvattnas på sommarmånaderna, vilket därför inte utger något större hinder. Baserat på dessa förutsättningar väljer jag till bostadsgårdens dagvattenelement växter i zonerna fuktigt till torrt med tillägg torktålighet och översvämningstålighet, baserat på design av respektive dagvatten och placering i anläggningen, men vill poängtera att det är under denna förutsättning växtvalet sker.

Designen av fuktbiotoperna på bostadsgården sker med hjälp av Fridell & Jergmos faktablad om regnbäddar från Movium (2015). Fridell & Jergmo redogör för 5 typer grundkonstruktioner för regnbäddar vilka skiljs åt främst baserat på avvattning och konstruktion vilket ger olika förutsättningar för vegetationen. I Wellanders Systembeskrivning av regnbäddar (2015) identifieras vegetationstyper efter respektive regnbäddstyp och redovisar lämpliga arter för respektive regnbäddstyp. I kombination med detta inkluderar jag växter med liknande förutsättningar och ståndortsförhållanden efter tidigare angivna källor på s.25 samt s.28. Jag letar växter i naturliga biotoper (se s.25) med liknande förhållanden som växtbädden samt i växtlistor kategoriserade efter hydrologiska zoner specifikt med egenskaperna torktålighet och översvämningstolerans ex. Wellander (2015). Då jag väljer regnbäddstyp 5 med vattenlås väljs för regnträdgården växter som främst trivs i fuktiga miljöer men klarar av både torka och översvämning. Biotopsmässigt skulle detta kunna likna en biotop i relativ närhet till vatten, mellan sump- och översvämningsszon. Växtval sker efter placering i anläggningarna. I regnträdgården till exempel sätts växterna i en fuktgradient från fuktig i lågpunkten till torktålighet i överkanten av regnbäddens planteringsyta. Träden som står inom översvämningssonen är sådana som tolererar detta i perioder. Att välja växter med vid växtamplitud för regnträdgårdar är en fördel då det gör planteringen bättre rustad att hantera olika förutsättningar. Samma princip gäller för sumpskogen, placering i gradient efter fuktzoner i anläggningen. Se sektion på s.88 för växtval och placering.

Fuktbiotopen sumpskogen väljs till regnbäddstyp 5. Denna regnbädd anläggs med en tät duk och ett vattenlås som skapar ett internt vattenförråd. Att vattnet kvarhålls i viss grad i anläggningen ökar

avlägsnandet av föroreningar, ökar vattentillgången till vegetationen och därmed avdunstningen (Fridell & Jergmo, 2015, s.6). Syftet med kvarhållande av vatten i regnbädden är också att skapa ett mikroklimat där den fuktiga jorden förutom att bidra med vatten till sump- och fuktzonsväxter i biotopen svalkar bostadsgården vid höga temperaturer.



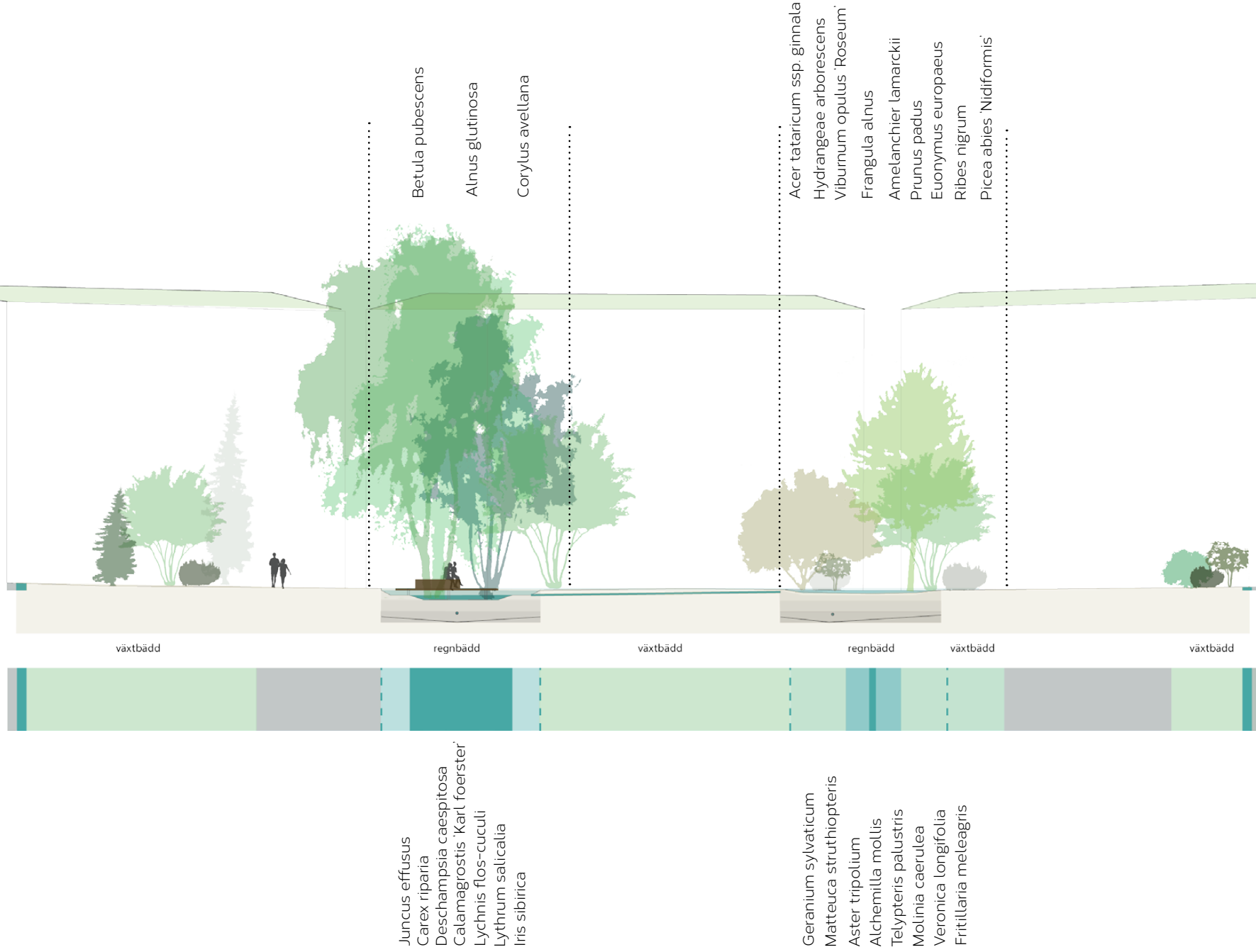
Figur 18. Principutformning av regnbädd med vattenlås. Bearbetad av författaren efter Fridell & Jergmo (2015). En regnbädd kan också, som i bostadsgården, göras nedsänkt.

PERENNER
LÖKAR
GRÄS
ORMBUNKAR

LIGNOSER

Sektion A

Blå-grön
gradient



a

2.7. UTVECKLING AV BÄCKLÖSABÄCKEN

- Om utvecklingen från ett dike till ett bäckrum, ett vattenlandskap i tid och rum

Premisserna för det vattenrum Bäcklösabäcken utvecklas till handlar om att kunna hantera både mer och mindre vatten, att vara en recipient för avrinningsområdet, ett flexibelt rum som kan breddas kontrollerat vid behov och saktar ner vattnets rörelse genom landskapet. Samtidigt ska det kunna erbjuda ett blå-grön-rött parkstråk i nära anslutning till norra Sunnersta bostadsområde och en sammankopplande länk mellan stadsdelarna i södra Uppsala.

2.7.1. DESIGN FÖR VATTEN

Den första delen i Design för vatten behandlar att göra RUM för vatten, att definiera de rumsliga karaktärerna av vattenrummet genom vattendragets processbegränsningar. Den visar vart vattnet ryms, hur rummets väggar utformas och varför.

Den andra delen av Design för vatten behandlar att göra PLATS för vatten i det rum som definierats, platsskapande av vattenrum, och är således en förlängning av att göra RUM för vatten då den bygger på de rumsskapande förutsättningarna som stakats ut i denna del.

2.7.2. RUM FÖR VATTEN

Rumsskapande strategier:

-Återmeandring och översvämningsmöjligheter
Återmeandring av Bäcklösabäcken. Vid studier av gamla kartor över Bäcklösabäcken framkommer att dess sträckning tidigare varit meandrande i landskapet vilket ändrades när marken täckdikades på 1800-talet för att ge bättre förutsättningar för odling (Upplandsmuseet et al. 2014). Tanken är att denna meandrande sträckning ska återskapas och utvecklas. Att följa den

tidigare meandringen sammankopplar en historisk dokumentation över landskapet i förändring och förvandling tillsammans med anpassning till ett framtida klimat. Att restaurera bäcken och återskapa en meandrande form ger tillbaka kvaliteter i form av att fördröja och förlänga vattnets väg i landskapet, öka buffertkapacitet för varierande vattenflöden, förbättra ekologiska förutsättningar och öka kvaliteten på bäckens funktion som sammankopplande blå-grönt stråk.

- Uppdimensionering

Bäcklösaparken är beläget långt ner i ett stort avrinningsområde som framöver behöver kunna hantera stora mängder vatten från hela Södra stadens avrinningsområde. Detta gör att vattnet är en av de mest begränsande faktorerna för designen av stråket. I arbetets dagvattenutredning (se s.50) framgår att bäcken behöver uppdimensioneras för att kunna utgöra en välfungerande recipient för det framtida dagvattensystemet. En del i denna uppdimensionering handlar om bäckens kapacitet som recipient och ledstråk mot Fyrisån och en annan del möjligheten för vatten att svämma över och fördröjas på ett kontrollerat sätt. Bäcklösabäcken ges en meandrande sträckning genom landskapet i form av ett nedsänkt bäckrum som bitvis vidgas och öppnar upp för översvämningsmöjligheter i dammar och ett parallellt vattenstråk i tidigare bäckfåran.

- Processbegränsningar

Målet med bäckrummets gestaltning är att det ska finnas plats och möjlighet både för blå, röda och gröna värden, och enligt stycket "Vatten i landskapet" (se

s.9) framgår att detta kan göras genom att utforma ett vattenrum mellan kontroll och dynamik.

Jag väljer att begränsa bäckrummet med översvämningsgränser för att hindra vattendraget från att ändra hela sin sträckning, men gränsen sätts brett för att ge en stor rymd för vatten att spela inom. Översvämningsgränsen fungerar som en gräns mot översvämmning av det omgivande landskapet och ser också till att fördröjningsdammarna i norra Sunnersta som inrymmer dagvatten uppströms ifrån hålls fria för detta ändamål. Översvämningsgränsen utgörs av två gång- och cykelstigar som kantar bäckrummet på vardera sida som i befintlig marknivå, satt ca 2,5 m över vattenrummets lågpunkt, bäckfåran, och att färdas längs med detta stråk ger en fin vy ner mot bäckrummet.

Vad gäller vattenkanalens självdynamiska utveckling sätts punktvisa begränsningar för de morfodynamiska processerna (se s.33) vilket innebär att en viss förändring kommer ske i vattenrummet och att dynamiken kan avläsas inte bara i den varierande vattennivån utan även i själva vattendraget genom exempelvis omflyttning av sediment eller förändring av vattendragets sträckning (Prominski et al. 2011, s.39). De punktvisa begränsningarna för vattenkanalens självdynamiska utveckling sätts på ett sätt som bildar en zon där dynamiska krafter kan omforma landskapet, men bara till en viss gräns. Zonen för självdynamisk utveckling kan göras mer resiliert med hjälp av vegetation och material, exempelvis stenar och grus, och erbjuda vistelsezoner och stråk om de anpassas till varierande vattennivåer och vattnets krafter.

Med dessa två satta processbegränsningar får Bäck-

lösa ett begränsat vattenrum att meandra inom, ett rum mellan kontroll och dynamik.

- Rum för både lite och mycket vatten

Bäcklösabäckens flöde är inte konstant utan varierar stort över året beroende på bland annat årstidsvariationer och extrema nederbördstillfällen. Att döma av prognoser för framtida nederbörd kommer dessa variationer öka ännu mer både säsongsmässigt och klimatmässigt. Enligt Klimat och sårbarhetsanalys för Uppsala län 2013, som nämns på s.6, kommer vattenföringen förändras och går generellt mot högre vinterflöden och mot lägre vår- och sommarflöden (Länsstyrelsen Uppsala län, 2013, Online). Detta gör att bäcken, för att ge både översvämningsskydd och kvalitet i närvaron av vatten året om, behöver designas för både mycket små och stora flöden, med bibehållen funktion och kvalitet.

Den huvudsakliga strukturen för bäckstråket föreslås utgöras av ett tvåstegsdike (Ekologgruppen, 2009) med en relativt smal och grund bäckfåra placerad i en lågpunkt i bäckrummet. Bäckfårans lågpunkt kantas av avsatser på en låg nivåskillnad vilka består av våtmarksterrasser kantade av slänter, avsatser eller terrasser upp mot omgivande landskap.

Tvästegsdiket ger möjligheten för varierande vattenflöden i bäckrummet där vatten både samlas och sprids i olika kvantiteter. Utformningen gör att vattnet med samlas naturligt i lågpunkten och på så vis ger kvaliteten av rinnande vatten i fåran även vid små flöden och den låga våtmarksterrassen underlättar spridning av vatten i rummet när den huvudsakliga

fåran översvämmas. Spridningen av vattnet vid högre flöden i bäckrummet är även positivt för våtmarksterrassen och fuktbiotoper kring bäcken och tillåter översvämning och minskning av vattnets flödes hastighet och energi.

- Bäckrum med plats för flera funktioner, användningar och värden

Då bäckrummet är avsett att ge funktioner både för översvämningsskydd, rekreation och ekologi, och både utformning, rummets inredning och skötselkrav skiljer sig en del åt för de olika respektive intressena innebär gestaltningen en utmaning. Till exempel behöver ett visst flöde säkerställas kunna passera genom bäckrummet, och då kan inte en obegränsad mängd växtlighet, stenar eller annat organiskt material som utgör ett stort hinder tillåtas i bäckrummet, men att rensa bort allt för att säkerställa flödeskapaciteten förstör viktiga habitat och är sällan heller särskilt estetiskt tilltalande. En lösning på dessa kontrasterande intressen och funktioner skulle kunna vara att:

1. Zonera bäckrummet och/eller
2. Överdimensionera bäckrummet som kompensation för större hinder kring bäckens fåra (Prominski et al. 2011, s.90)

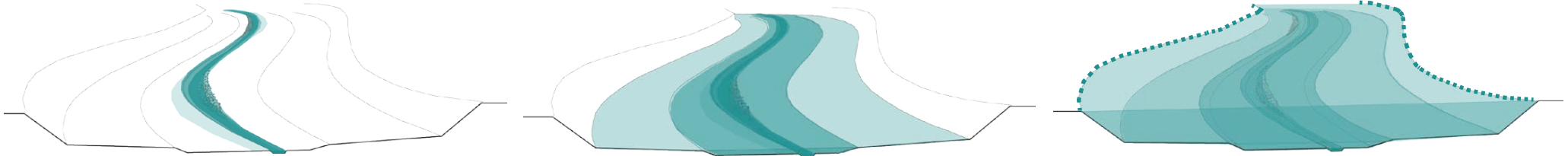
Då en ny, meandrande och väldefinierad fåra anläggs som huvudsaklig vattenkanal i bäckrummet kan rester av det befintliga diket finnas kvar och fungera som en bifåra som tar emot vatten när bäckfåran och våtmarksterrassen översvämmas. Bifåran lämnas ostörd (eller förvaltas endast på bästa sätt ur ekologisk synvin-

kel) då den nya och djupare bäckfåran rensas för att säkerställa flödets framkomlighet och erbjuder därför permanenta habitat och bibehållen funktion som spridningsväg i landskapet.

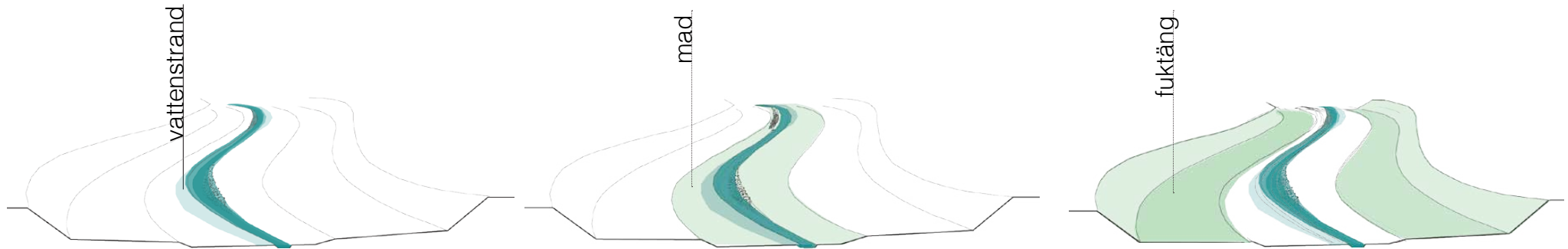
Längs med stråket finns förutom flacka slänter även en översvämningssdam som kan fyllas temporärt vid mycket stora flöden i bäcken.

2.7.3. KONCEPTFORM BÄCKLÖSA BÄCKRUM

Principsektion för varierande vattenvolymer:



Principsektion för vegetationstyper i bäckrummet:



Bäckfåra

Våtmarksterass

Översvämningszon - fuktäng

Växtlighet i bäckrummets zoner:

SUMP-GRUNT VATTEN
Gul svärdsilja, blomvass,
starr och tåg.

Mad översvämmas ofta.
Våtmarksterass:
lågstarr och högstarr.

Blåtåtel, humleblomster,
kabbeleka, sumpförgä-
migej, revsmörblomma,
igelknopp.

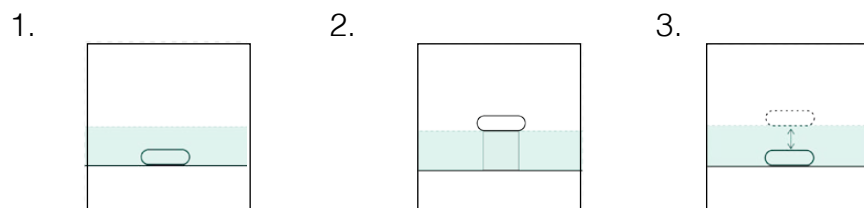
Fuktäng - översvämningszon: tidvis blöt under vegeta-
tionsperioden.
Ex. på växter starr, gökblomster, ängsvädd,
Översvämningsståligna lignoser: exempelvis Alnus ssp.,
Salix ssp., Prunus padus, Frangula alnus.
(Se växtlista på s.94)

2.7.4. PLATS FÖR VATTEN

PLATSSKAPANDE strategier:

- Inredning och funktioner

Funktionerna i bäckrummet anpassas för att hantera tillfällena av översvämningar, t.ex. parkområde eller naturområde, sport, rekreationsplatser och promenadstråk på våtmarksterrassen bredvid bäcken, odlingsområden. etc. Den rumsliga designen och inredningen i bäckrummet måste klara av att vara dränkt i perioder. Detta kan göras genom att 1) Anpassa inredningen till att klara översvämningen utan att förstöras, t.ex. genom vattentåligt material eller funktion. 2) Anpassa inredningen så att funktionen behålls även vid en högre vattennivå 3) Anpassa inredningen så att den är flexibel och förändras med vattnets nivå i bäckrummet (Prominski et al. 2011).



Figur 19. Strategier för tillgänglighetsanpassad inredning i ett dynamiskt vattenlandskap. 1) Anpassning via tolerans för översvämning. 2) Anpassning till en högre vattennivå. 3) Anpassning genom flexibel nivå i bäckrummet. Illustration av författaren efter Prominski et al. (2011).

- Stråk och pausplatser

Den strandnära zonen får ett organiskt, naturmässigt gestaltungs- och formmässigt uttryck både gällande topografi och vegetation. Längs med bäckens sträckning skapas promenadstråk i form av upphöjda bryggkonstruktioner och enkla utkiks- och pausplatser på terrasslika formationer. Tvärs över bäcken finns enstaka träbroar och lägre stenar som framträder vid lågvatten och möjliggör passage över bäcken. Bryggans sträckning öppnar stundvis upp sig och omsluter vattenvegetationen och trappar nästintill ner till bäckens lågpunkt för att öka tillgängligheten och kopplingen med både vatten och grönska längs med promenadstråket vilket skapar möjlighet till både lek, rekreation och pedagogiska syften. Bäcklösastråket länkar tydligt samman Bäcklösa Natura 2000-område med Årike Fyr.

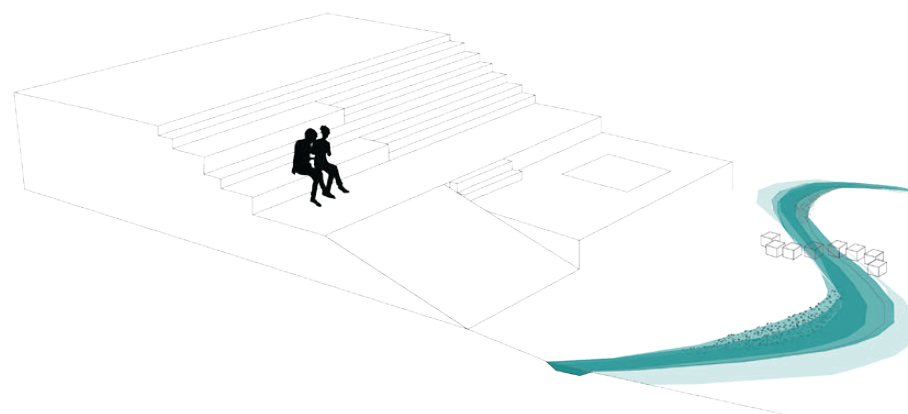
Längs med Bäcklösabäcken ger de olika platsspecifika förutsättningarna olika möjlighet att MÖTA VATTEN.

De naturliga förutsättningarna används för att förstärka befintliga karaktärer. Till exempel i hur vattnet tar sig uttryck i terrängen, hur tillgängligheten och mötet med vatten kan ta sig uttryck beroende på hur nivåskillnader och höjder varierar i terrängen. Exempelvis kan en visuell tillgänglighet skapas i en brant slänt som annars är mer fysiskt otillgänglig, här kan nivåskillnaden dramatiseras och skapas en utsiktsplats.

På en annan plats längs stråket där släntlutningen är flack kan istället den fysiska tillgängligheten vara en kvalitet som förstärks med en korsande spång, bro, brygga, hoppstenar, osv. som sticker ut över vattnet och kopplar ihop bäckrummets kanter.

Stråket på norra sidan av bäckrummet ges en flackare karaktär alternativt terrassering och mer växtlighet än den södra sidan eftersom det är i söderläge som fler växter djur och människor trivs. Det primära stråket genom området går på denna sida och det är på denna sida de flesta pausplatserna finns.

Södersidan som ligger i skugga har ges en något högre släntlutning men tillåter på flera punkter längs med sträckan vatten att svämma in i ett översvämningssområde med en damm och har mindre eller lägre växtlighet än södersidan för att inte skugga för mycket mot norra sidans stråk. På södra sidan bildas ett sekundärstråk, vars största kvalitet är upplevelsen att röra sig mellan vattnen på båda respektive sidor av stråket som bildas då terrängen formges för att släppa in vatten vid höga flöden i bäcken, "som att sväva över vattenytan". Associationen till vatten i dessa områden (som endast är temporärt vattenfyllda) kan förstärkas med växter som associerar till vatten, som vass eller höga gräs. Det sekundära gångstråket kan vara placerat på en lägre nivå än det på norra sidan, och bestå av spänger eller hårdgjorda stigar på våtmarksterrassen som tillåts översvämmas utan problem.



Figur 20. Möta vatten. Principer för att möta vatten i bäckrummet från gång- och cykelvägen med slänt, terrassering och avsats samt tillgängliggörande av bäckrum och sammankoppling med växter och vatten med hjälp av bryggkonstruktioner, spänger och passagestenar. Illustration av författaren.

- Material

Rörelsen längs med bäcken som går i nära nivå med våtmarksterrassen möjliggörs med brygg- eller terrasslika träkonstruktioner placerade mellan 0,5 - 1 m ovan våtmarksterrassen. Träkonstruktionerna möjliggör tillgänglighet vid varierande vattennivåer i bäcken och är tänkta att förhindra att störa bäckens växt- och djurliv mer än nödvändigt. Längs med bäckstråkets sträckning finns passager som möjliggör tvärsgående rörelse över bäcken och även pausplatser som tål att översvämmas, till exempel träterrasser eller på enstaka ställe platsgjuten betong, för att ge möjlighet att komma nära vattnet för lek eller avkoppling, etc.

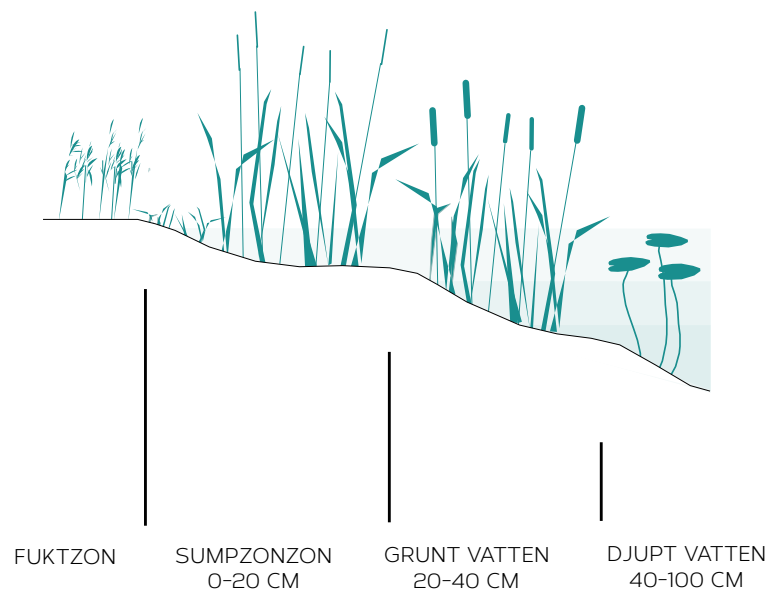
- Planteringsstrategi

Bäcklösaparkens planteringskoncept kombinerar en vattennära korridor med funktionerna av en stadsdelspark. Vegetationen används på ett sätt som skapar en mångfald av habitat och en attraktiv semi-urban park som möjliggör fluktuerande vattennivåer i Bäcklösabäcken. I den vattennära biten i parkstråket finns en fuktgradient, en strandzon av varierande bredd och släntlutningar, bestående av vegetation i form av våtmarks- och vattenväxter, ängsvegetation och höga gräs samt, på enstaka ställen, grupper av lägre buskar och träd. Då parken skapar en nedsänkt korridor i landskapet och vegetationen är låg bibehålls den öppna landskapsbilden och siktlinjen ner mot Fyrisån. Växtvalet utgörs av arter som tål och bidrar till resiliens för att hantera strandzonens fluktuerande vattennivåer. Vegetationen minskar bäckens flödes hastighet och förhindrar samtidigt erosion av bäckrummets kanter.

Slagen ängsvegetation från närliggande liknande ståndort samlas och spridas på våtmarksterrassen i bäckfåran för att utgöra den genetiska stommen för växtligheten i bäckstråket, vilket är en fördel för den biologiska mångfalden. Exempelarter som troligt etableras på strandängen (våtmarksterrassen) är *Carex acuta*, *Filipendula ulmaria*, *Deschampsia caespitosa* (högräs), *agrostis* (kortgräs) - tenius -samhälle. Högstarr, Rörflen (*Phalaris arundinacea*) högrörter. Hävdén är dock avgörande för utvecklingen av växtsamhällena i bäckrummet (Paulsson, 1998). Då våtmarksterrassens växtlighet kommer kunna ta hand om näring från vatten uppströms och bidra med minskad övergödning i Fyrisån rekommenderas att slå och föra bort organiskt material, efter Jordbruksverket (1998). Utöver detta kan planering av speciellt utvalda översvämningstoleranta växter (lignoser, fukt-, sump- och vattenväxter) planteras där de önskas, förslagsvis i kombination med pausplatserna längs stråket. Arter lämpliga för detta skulle kunna vara *Alnus ssp.*, *Salix ssp.*, *Prunus padus*, etc. Översvämningståliga träd och buskar skuggar bitvis bäcken och skapar habitat och vegetationsvolym längs med stråket även under vintersäsongen när grönskan falnat. Vinterkvaliteter beaktas även för den örtartade vegetationen som står kvar över vinterhalvåret. För att komponera tilltalande naturalistisk vegetation bör växtvalet bestå av flera olika arter med olika tillväxt, blomning och inaktivitet för säsongsvariation. På våren behöver fuktbiotoper längre tid på sig att värmas upp än torra, vilket gör att växtsäsongen startas relativt sent. Detta kan kompletteras med tidigblommande lignoser, till exempel slån (*Prunus spinosa*), olvon (*Viburnum x bodnantense*), kornell (*Cornus mas*) eller hybridtrollhassel, (*Hamamelis x intermedia*). Det finns ett fåtal hydrofyter som utvecklas tidigt, som *Caltha palustris* och *Lysichiton americanus*. Vårlökar för fuktbiotoper är *Leucojum vernum* och *Fritillaria meleagris*. Tidig sommar och högsommar utgör praktiskt taget säsongen för de flesta arter, men växter med sin höjdpunkt på sensommar och höst kan behöva ägnas lite extra tankeverksamhet åt. *Lythrum salicaria* och *Allium suaveolens* är exempel på senblommande örter och *Euphorbia palustris* ger vacker klar orange höstfärg (Dunnett & Hichmough, 2004).

2.8. VÄXTLISTA

För rätt växtval och placering är det mycket som ska stämma. Förutom hydrologiska förhållanden som jag fokuserar på här, bestäms detta bland annat av diverse klimatologiska och topografiska förhållanden som näring, syre och solljus etc. Denna växtlista baseras på hydrologiska förutsättningar. En del av växterna placeras efter fuktzon i tabell och andra i lista, beroende på vilken fakta jag kommit över i litteraturen.



Figur 8. Fuktbiotoper- zoner. Våtmarksväxter kan delas in utifrån zonerna i figuren ovan. Illustration av författaren efter Dunnett & Clayden (2007).

TABELL 1.
Lignoser, placering efter de hydrologiska zonerna

	HYDROLOGISK ZON:			
	1	2	3	4
ACER GINNALA		•	•	
ALNUS GLUTINOSA	•	•	•	
AMELANCHIER SSP.			•	
BETULA PUBESCENS	•	•		
CORYLUS AVELLANA		•	•	
CERCIDIPHYLLUM JAPONICUM			•	•
EUONYMUS EUROPAEUS			•	•
PRUNUS PADUS		•		
PRUNUS SPINOSA			•	
VIBURNUM OPULUS		•	•	
HYDRANGEA ARBORESCENS "ANNABELLE"		•	•	
MALUS SYLVESTRIS			•	•
SORBUS AUCUPARIA			•	•
RIBES NIGRUM	•	•	•	
SALIX FRAGILIS	•	•		
SALIX PURPUREA	•	•	•	•
SALIX ALBA		•	•	
SALIX CAPREA	•	•	•	•
FRANGULA ALNUS	•	•	•	•

Zonförklaring efter Appelgren och Lanevi (2010).
Zon 1 – Alltid vattendränkt
Zon 2 – Vinterhalvåret översvämmat/vattendränkt
Zon 3 – Mera sällan översvämmat/vattendränkt
Zon 4 – Frisk mark, normalt ej berörd av höga vattennivåer
Källor: Appelgren & Lanevi (2010), Gaunitz, (2011), Larsson (2013) Dunnett & Clayden (2007) Movium plantarum (Online)

Tabell 2. Våtmarksväxter efter funktion och fuktzon:

	GRUNT	SUMP	FUKT
RENING AV DAGVATTEN:			
ALISMA PLANTAGO AQUATICA	●		
IRIS PSEUDOACORUS		●	
MENTHA AQUATICA		●	
MYSOTIS SCORPOIDES			●
CAREX ACUTA		●	
CAREX RIPARIA			●
JUNCUS CONGLOMERATUS			●
MENTHA AQUATICA			●
SPARGANIUM ERECTUM	●		
ALISMA PLANTAGO AQUATICA	●	●	
RANUNCULUS LINGUA	●	●	
JUNCUS EFFUSUS			●
SKÖNHETSVÄRDE:			
CALTHA PALUSTRIS		●	
LYCHNIS FLOS- CUCULI			●
BUTOMUS UMBELLATUS	●		
MYSOTIS PALUSTRIS			●
LYCHNIS FLOS-CUCULI			●
IRIS PSEUDOACORUS	●	●	●
RANUNCULUS REPTANS			●

ÖVERSVÄMNINGSTOLERANTA VÄXTER:
(Hammer, 1989)
(Gaunitz, 2011, Online)

Lignoser:

Alnus glutinosa
Alnus incana
Prunus padus
Viburnum opulus
Salix fragilis
Salix purpurea
Salix viminalis
Ribes nigrum
Euonymus europaeus

Örtartade växter:

Caltha palustris
Geum rivale
Lythrum salicaria
Butomus umbellatus
Sparganium erectum
Aster novi-belgii
Mentha aquatica
Iris sibirica
Mysotis palustris

Gräs:

Carex acuta
Carex riparia
Phalaris aruncinacea
Deschampsia cespitosa
Molinia caerulea

Ormbunkar:

Matteuccia struthiopteris

VÄXTER MED VID VÄXTAMPLITUD:
(Hammer, 1989)

Potentilla erecta
Serratula tinctoria
Festuca rubra ssp. rubra
Prunella vulgaris
Inula salicina
Briza media
Nardus stricta
Ranunculus acris
Frangula alnus
Betula pubescens

Zonförklaring efter Dunnett & Clayden (2007)

1. Ståndorten konstant vattenfylld med längre perioder av stående ytvatten. Inkluderar kärr, myr, och sumpmarker.

2. Jorden är alltid fuktig och växter tolererar längre perioder av översvämning.

3. Jorden är varken överdrivet våt eller torr. Växter tolererar kortare översvämningsperioder.

4. Växter för regnträdgårdar som klarar längre perioder av torka (* ex för utkanten av regnträdgård).

Källor: Larsson (2013) Vegtech (Online) Svenskt vatten (2011)

Tabell 3 Gräs och örtartade växter efter fuktzon:

	WET	MOIST	MESIC	DRY
ALCHEMILLA MOLLIS		•	•	
PRIMULA VULGARIS		•	•	
HEDERA HELIX 'BALTICA'			•	
GERANIUM SYLVATICUM		•	•	
GERANIUM SANGUINEUM				•
POLYSTICHUM BRUNII		•	•	
THELYPTERIS PALUSTRIS			•	•
GEUM RIVALE		•		
MYSOTIS PALUSTRIS	•	•		
FILIPENDULA ULMARIA		•	•	
HELIANTHUS GIGANTEUS	•	•		
MATTEUCCIA STRUTHIOPTERIS		•	•	
PRIMULA VULGARIS		•	•	
CALTHA PALUSTRIS	•	•	•	
ECHINACEAE PURPUREA		•	•	
IRIS PSEUDOACORUS	•	•	•	
VERONICA LONGIFOLIA	•	•	•	
POLYGONATUM ODORATUM			•	•
DESCHAMPSIA CESPITOSA		•	•	
MOLINIA CAERULEA		•		
LYTHRUM SALICARIA		•		
CAREX ELATA	•	•		
CAREX ACUTA				
TROLLIUS EURPAEUS		•		

Zonförklaring efter Dunnett & Clayden (2007)

- 1. Ståndorten konstant vattenfylld med längre perioder av stående ytvatten. Inkluderar kärr, myr, och sumpmarker.
- 2. Jorden är alltid fuktig och växter tolererar längre perioder av översvämning.
- 3. Jorden är varken överdrivet våt eller torr. Växter tolererar kortare översvämningsperioder.
- 4. Växter för regnträdgårdar som klarar längre perioder av torka (* ex för utkanten av regn-trädgård).

Källor: Dunnett&Clayden (2007) examensarbetet Lignoser i vattnets väg av Appelgren&Lanevi (2010) Vegetationstyper i norden (1998), Gaunitz (2011)Hammer, M. Våtmarkskompedium (1989), Larsson, M 2013. Naturhistoriska riksmuseet (Online) , Wellander 2015. samt Movium plantarum (Online).

3. SLUTSATS, REFLEKTION & DISKUSSION

3.1. SLUTSATS

1. Hur kan norra Sunnersta utvecklas med, och för, landskapets förändringar?

Norra Sunnersta utvecklas med och för landskapets förändringar genom att utvecklas med storskaliga planer och mål för förbättrad miljö, folkhälsa, integration (Uppsala kommun 2010), ökad biodiversitet och hitta synergier med att mildra och anpassa till klimatförändringar (IPCC, 2014) i konkret gestaltning av ett dagvattensystem i norra Sunnersta och ett utvecklat blå-grönt stråk längs Bäcklösabäcken. Med inspiration av Köpenhamn stads strategiska planering för integration av blå-gröna strukturer och klimatanpassning (Leonardsen, 2013). Ett sätt att möta och möjliggöra för förändringar är att öka resiliensen och tillämpa robusta system. Ett exempel är att dagvattensystemet byggs av flera komponenter i så kallade dagvattenkedjor.

På detta sätt ges vattnet igen en naturlig plats i landskapet genom att tillåta att det breder ut sig i ytliga och öppna system men på vissa villkor. Jag sätter ramar för vilket utrymme vattnet kan och "får" ta i landskapet, med avsikt att uppnå ett tryggt och säkert vattennära bostadsområde och parkstråk som samtidigt möjliggör för vattnets dynamik och variation in det relativt väl tilltagna rummet genom att låta dess naturliga processer forma landskapet (se avsnitt Landskap mellan dynamik och kontroll på s.37).

Både bäckrummet, dammar, regnbäddar och fuktbiotoper på bostadsgården designas med element som är anpassade till varierande vattenmängder och jag försöker tillämpa blå-gröna gradienter mellan land och vatten istället för att dra strikta gränslinjer, både vad gäller gestaltningens form och byggstenar. Byggstenarna som används består av denna anledning i hög grad av mjuka landskapskomponenter, (med referenser från naturliga vattenpräglade landskap, se Mjuka landskap s.25) där exempelvis växtligheten i fukt- och

vattenbiotoper tål en varierande vattenmängd, samt (regn*)terränger som hanterar vatten genom att använda, hålla, infiltrera, eller avleda vattnet på olika sätt.

För egen del hade det varit intressant att gå in mer i detalj på utformningen av fler och olika typer av dagvattenkomponenter i dagvattenkedjan. Men samtidigt anser jag att det är de valda, främst dammarna, som är av störst vikt just för norra Sunnersta, där de har en minst sagt aktiv och viktig roll att spela avrinningsområdets dagvattensystem. Att arbeta med dessa kan även bidra till att förstärka en lokal identitet i historisk kontext.

2. Hur kan ett dagvattensystem se ut i norra Sunnersta? Dagvattensystemet utvecklas till ett blå-grönt nätverk där kopplingen är viktig. Dagvattensystemet är uppbyggt av dagvattenkedjor (Dunnett & Stahre) bestående av flera komponenter som utformas efter lokalisering i dagvattenkedjan, rådande förutsättningar och önskad kvalitet och funktion. Dagvattensystemet är uppbyggt av flera komponenter för renings- och fördröjningsåtgärder ökar resiliens och robusthet i dagvattensystemet.

Jag redovisar lokala lösningar, i liten skala, men det är viktigt att understryka att det bästa är tillämpandet av dagvattenkedjor, bestående av många komponenter, (Dunnett & Stahre) vilka även måste appliceras uppströms i Bäcklösabäckens avrinningsområde för att den ska bli mer robust. Mest tydligt är detta i Ravindammen (s.78) som inte ens rymmer rekommenderad permanent yta för rening på grund av att delavrinningsområdet till denna fördröjningsdamm är så stort. I detta fall blir dagvattenkedjan som uppbyggnad av systemet ännu viktigare att tillämpa. I flera led behövs både fördröjning och rening för att reningskraven ska fungera i denna punkt.

Strategiska skyfallsplanen ger (med inspiration av Dunnett (2007) och Stahre (2004) samt Köpenhamns skyfallsplan) ger exempel på hur olika komponenter i form av blå(-gröna) rum och vägar kan bygga ihop ett dagvattensystem i området. I kombination med situa-

tionsplanen redovisas exempellösningar för detta.

De designfördjupningar som gjorts i arbetet har valts ut för att de är de mest självklara och präglande för projektområdet. Baserat på områdets roll i Bäcklösabäckens hela avrinningsområde blev det viktigt att belysa detta och ta reda på hur de hade kunnat se ut.

3. Hur kan ett dike i området utvecklas till ett mångfunktionellt blå-grönt stråk?

Bäcklösabäcken utvecklas genom en rad rumsskapande och platsskapande strategier. De rumsskapande strategierna är: återmeandering, översvämning, uppdimensionering, processbegränsning, rum för lite och mycket vatten och multifunktion genom zoner- ing och överdimensionering. De platsskapande strategierna inkluderar: stråk och pausplatser, möta vatten, tillgänglighet vid varierande vatten och planteringskoncept för variation.

Bäcklösabäcken utvecklas till ett blå-grönt stråk som binder samman större befintliga grönstråk i staden och nya mindre blå-gröna stråk utvecklas i vattnets väg i det framtida dagvattensystemet.

Översvämningssonen utgörs av blå-gröna gradienter mellan land och vatten istället för strikta gränslinjer, både vad gäller gestaltningens form och dess byggstenar. Byggstenarna som används består därför i hög grad av mjuka landskapskomponenter med referenser från naturliga vattenpräglade landskap där exempelvis växtligheten i fukt- och vattenbiotoper och översvämningssoner tål en varierande vattenmängd och (regn*) terränger som hanterar vatten genom att hålla, eller avleda vattnet i varierande grad och på olika sätt.

Bäcklösastråket kan genom detta utveckla ett rött (socialt) stråk, som binder samman stadsdelarna i södra Uppsala och erbjuder platser att möta vatten på olika sätt. Möta vatten (s.92) handlar om sociala värden där både bäckens egenskap av sammankopplande rörelsestråk och de värden det kan erbjuda längs med

i form av avkoppling, lek, aktivitet, och mötesplatser, etc. Att möta vatten inkluderar både ett fysisk och ett mentalt möte med vattnet, att komma nära, se, känna, höra vattnet och följa vattnets genom landskapet mot Fyrisån.

3.2 DISKUSSION OCH REFLEKTION

3.2.1. TILLVÄGAGÅNGSSÄTT

Att arbeta med detta projekt har varit spännande, utmanande och otroligt lärorikt. Syftet med projektet har varit att undersöka hur norra Sunnersta kan utvecklas med, och för, landskapets förändringar, och hur dess specifika förutsättningar och utmaningar i kombination med framtida planer och mål kan utvecklas till en struktur med röd-grön-blå synergier när dessa läggs samman och inkluderas i planering och gestaltningen av området. Igenom arbetet har jag växlat mellan skalor från region och stad till projektområde, en nödvändighet inte minst för att det är på detta sätt vattnet opererar i landskapet men också för att det är genom de olika skalorna incitament för en integrerande utveckling av norra Sunnersta och Bäcklösa bäckrum träder fram. Jag har valt att ge de blå-gröna strukturerna en stor plats i arbetet och mycket tid har gått till att ta reda på hur processen i framtagandet av dagvattenplaner går till, från utredning via analys, dimensionering och planering till design samt hur det kan göras i kombination med växter och landskapsformer i samklang med detta. Vägen har varit minst sagt snårig, inte minst för att det handlar om ett svårtillgängligt kompetensområde, till viss del på grund av dess tvärvetenskaplighet, för att det är ett kunskapsområde i utveckling och för att det verkar saknas ett enhetlig och samlat tvärvetenskapligt perspektiv på området, både gällande processen i stort och specifika gestaltningsmässiga detaljer.

Det är ett stort arbete som tagit lång tid och på grund av dess omfattning och växlande skalor inte resulterar i en fullständig design utan snarare ett förslag där jag tolkar tekniska, sociala, och biologiska aspekter av dagvattenhantering och vattenlandskap genom

landskapsarkitektur.

Många spår finns kvar att undersöka och arbeta vidare med i arbetet, exempelvis större detaljeringsgrad, design av fler olika sorters dagvattenkomponenter baserade på andra förutsättningar och lokaliseringar i dagvattenkedjan, men under processens gång har det klarnat vilka verktyg som finns att använda i arbetet, en översikt över vad som gäller i arbetet med dagvattenplanering, vilka aktörer och sakkunniga som har koll på vilka frågor och inte minst en plattform att utvecklas vidare ifrån.

Beaktandet av blå aspekter har resulterat i några olika delar i arbetet. Den första är dagvattenprocessen som startar med en dagvattenutredning för att ta reda på förutsättningarna för dagvattenhantering i området. Därefter en analys av vattnets rumsliga utbredning i landskapet som det ser ut idag och hur landskapet kan organiseras för att ta hand om vatten på olika sätt i framtiden. Detta utvecklas till en övergripande situationsplan med lokalisering och utbredning av vattenvägar och dimensionerade blåstrukturer i form av de tre dagvattendammarna, bostadsgården och bäckrummet. Framtagandet av en övergripande skyfallsplan ger förslag på rum med principiell utformning för att hantera vatten vid intensiv nederbörd i projektområdet beroende på dess platsspecifika förutsättningar idag och i framtiden. En fördjupande del har resulterat i ett utvecklingsförslag för Bäcklösabäcken samt design av olika typer av dagvattensystem vars gestaltning baseras på ett dimensionerat klimatkompenserat 10-årsregn med syfte att utforska hur arbetsprocessen för dagvattenplanering går till samt rumslig utbredning och organisering av dagvattensystemen vid dessa dimensioner.

Alla anslutningar till de detaljerade designerna är inte med i arbetet på grund av tidsbegränsande skäl. De som redovisas i detalj rör sig om anslutning till bebyggelsestrukturer och topografi kring de tre dammarna och fuktbiotoperna på bostadsgården för att inrymma dimensionerad vattenvolym på en principiell nivå. Den principiella designen kan med fördel utvecklas genom

en större variation i form, släntlutningar och terrasser- ingar för att skapa en större mångfald både gällande upplevelsemässiga, estetiska och biologiska värden. I detta arbete har jag valt att förenkla en smula för mig själv, då kanterna påverkar volymen i dammarna vilket gör uträkningen komplex och tidskrävande. Då poängen ändå varit att utgå från en dimensionerad volym har detta fått vara en utgångspunkt som kan kompletteras med redovisade principerna för att möta vatten, vilka bland annat representerar sätt där land möter vatten horisontellt- och vertikalt på olika sätt, och vilken påverkan dessa sätt ger för upplevelsen.

Det hade varit intressant att fortsätta arbeta vidare med detta och gärna i samarbete med biologer och ingenjörer, eller dylika, i en mer aktivt tvärvetenskaplig arbetsprocess för att blanda våra kompetenser i gestaltningen.

Beaktandet av gröna aspekter har varit att knyta ihop befintliga gröonstrukturer genom området och utnyttja synergien mellan de gröna och blå genom att anlägga gröonstråk i vattnets väg. I denna del har jag letat information kring hur växter kan användas i kombination med tillfällig eller permanent tillgång på vatten för estetiska, tekniska och ekologiska syften.

Beaktandet av sociala aspekter har lett fram till en utformning där rörelsemönster, mötesplatser och vistelse- ytor med potential för aktivitet, rekreation, lek och pedagogik tillåts ta plats i bäckstråket och i kombination med de nya grön-blå komponenterna i norra Sunnerstas utvecklade dagvattensystem. En del av dessa aspekter har jag inte planerat in i detalj i planen utan har istället funnits med då jag beaktat lokalisering och utbredning av de blå-gröna komponenterna och har lämnats plats åt i stråket. Poängen har varit att kombinera de röd-blå-gröna aspekterna där det är möjligt för att skapa mervärden och multifunktion både i norra Sunnersta bostadsområde, i bäckstråket och som en del av stadens i större skala.

När jag letat i Uppsalas ÖP från 2013, Uppsalas

dagvattenstrategi och framtida planer för området är det uppenbart både att det finns en strävan efter att utveckla blå-gröna strukturer i staden och inte minst vilken potential som finns i området, då bäckstråket både av önskan och nödvändighet behöver genomgå någon slags förändring för att hantera sin framtida situation. Jag ser därför att det finns en stor potential till en utveckling av området där olika värden och intressen med fördel kombineras i planering såväl som design. Om Köpenhamns stads planering för blå-gröna strukturer och klimatanpassning appliceras på norra Sunnersta tycker jag mig se att det i enlighet med denna rankningsordning kan prickas in på varje punkt eftersom det är ett område aktuellt för pågående planering (SWECO för Uppsala akademiförvaltning och Uppsala Kommun), det är idag ej exploaterat och därför relativt enkelt att implementera åtgärder inom, det är lokaliserat i en kritisk punkt i Uppsalas stads största framtida utvecklingsområde Södra stadens hela avrinningsområde som kommer ta emot stora mängder dagvatten (Uppsala Kommun 2015, UNT, WSP, 2014) vilket inte är möjligt med recipienten och naturliga dagvattenstråket Bäcklösabäckens befintliga situation (Sweco, 2011) (Dagvattenutredning, s.50).

3.2.2. PROCESSENS VÄXLANDE SKALOR

Jag tog i starten av arbetet avstamp i Swecos ursprungliga projektområde där Akademiförvaltningen är beställare, men har mer och mer under projektets gång flyttat fokus mot Bäcklösabäckens hela avrinningsområde och slutligen fokuserat på kopplingen från det blivande bostadsområdet i norra Sunnersta till Bäcklösabäcken. Anledningarna till detta är flera. Bland annat handlar det om komplexiteten i avgränsningen när det gäller vatten, eller snarare omöjligheten att isolera vattnet i ett avgränsat område utan vidare eftertanke på vad som sker i större skala, dvs. i vattnets större sammanlänkade nätverk. Bäcklösabäcken och kopplingen från området till bäcken är intressant ur flera perspektiv, delvis för att det är hit avrinningen går ifrån norra Sunnersta innan det når recipienten Fyrisån, men också för att den del av projektområdet som angränsar till bäcken är lokaliserat i ett stort avrinningsområde, och därför en avgörande del att beakta, dimensionera

och utforma på ett sätt som gör att detta system ska kunna fungera framöver trots framtidens väntade ökade och mer intensiva nederbörd samt en större belastning på bäcken beroende på den ökade exploateringen i stora delar av avrinningsområdet.

Mycket tid har lagts på att försöka förstå hur vatten fungerar i landskapet och vilka förutsättningar som finns i området att arbeta med vatten på, alltså den fysiska förankringen av dagvattensystem i en blå-grön-kombination. Ett sätt att angripa vattenrelaterade designutmaningar, inte minst vad gäller dagvattenhantering är, som jag kommer fram till via Stahre och Dunnett (2007), att se vattnet ur en större skala och landskapligt sammanhang och tillämpa vad de båda kallar en dagvattenkedja. Denna kedja tror jag kan vara ett bra verktyg för att skapa robusta vattensystem i landskapet vilket även kan bidra med att ge både renande och fördröjande effekt på vattnet i avrinningsområdet. Att tillämpa rening och fördröjning i sista anhalt före anslutning till recipient (s.k. samlad fördröjning) är på ett sätt logiskt, men vad gäller norra Sunnersta är det uppenbart att en ytlig lösning med specifika krav på permanent yta, maxdjup, och specifika släntlutningar ger otroligt skrymmande anläggningar om rekommenderad dimensionering för reningskrav hålls. Att döma av platsbegränsningen i norra Sunnersta innan anslutning till Bäcklösabäcken hade det varit svårt att dimensionera Ravindammen till ett sådant då ett klimatkompenserat 10-års regn knappt får plats. Däremot är det i detta fall ännu viktigare att peka på dagvattenkedjan, och att seriekopplade dammar/magasiner hade kunnat vara en lösning här. Hela lösningen kan alltså inte bara hänga på denna punkt i avrinningsområdet. Värt att nämna är också den konkurrens som råder om just dessa lokaliseringar, låglänt terräng långt ner i avrinningssystemen, där marken ofta är utsatta för stora och varierande vattenmängder, men samtidigt extra gynnsam för exempelvis odling, och framöver i högre grad vattennära bostadsområden. Här krävs en avvägning kring de olika intressena bostadsbebyggelse, rekreation, vattenhantering och jordbruksmark, med flera.

3.2.3. DESIGN FÖR FLEXIBILITET OCH OVISSHET
I litteraturstudien framkommer att människan länge har försökt skilja mellan land och vatten på olika sätt men att de senaste ca 200 årens upptrappning i skala och dimensioner gjort situationen ohållbar. För att hantera större mängder vatten i landskapet behöver vi lyssna in naturen och dess naturliga sätt att ta hand om vattnet, och använda, och cirkulera vattnet i landskapet (hydrologiska cykeln). För att främja detta kan vi bygga in naturtyper och landskapsformer och jobba med växter och vegetation för dessa typer av habitat så att vatten tas om hand av landskapet på ett naturligt sätt, och även använda oss av material som tillåter vattnets kretslopp att slutas. Vi mjukgör landskapet igen, både med terränger och vegetation, på mer eller mindre kontrollerade sätt för att naturen ska få ta hand om vattnet naturligt. Det är dags att åter mjukgöra landskapet, men i den mån vi kan och där det är möjligt. Inte minst i detta arbete är det tydligt att vi inte vill ha infiltration av dagvatten på grund av risk för förorening i grundvatten (se Dagvattenutredning, s.50) via förorenat vatten från vägar, eller rent vatten som avrinner på ytor som ger efter sig föroreningar. I projektområdet råder restriktioner på grund av grundvattenförekomst. Mjukgörandet kan här bidra till omhändertagande genom kontrollerad infiltration där vattnet renas, dräneras eller vattnar vegetation som bidrar till omhändertagande genom de hydrologiska processerna.

Projektet handlar mycket om mätbart kontra icke mätbart, vilket är en nyckelaspekt gällande vatten i landskap i stort, och i mitt fall att designa för vatten och ovisshet, vilket gäller både scenarier för klimatförändringar och vattnets rumsliga utbredning vid dessa tillfällen. En del i detta är vattnets naturliga processer i den hydrologiska cykeln, alltså hur vattnet fungerar i landskapet. Vattnets varande eller icke varande i landskapets terränger, som inte på något vis är särskilt enkelt att mäta eller kommunicera. Det har varit en utmaning att komma på hur jag ska visa en mer eller mindre tillfälligt vattenmättad terräng, ex. våtmark, både i plan och sektion. All terräng är ju vid vissa tidpunkter

vattenmättad, och vattnet finns ju nästan överallt alltid, men i olika tillstånd och kvantitet. Jag försöker visa vattnets (flyktiga) närvaro i och på terränger genom att analysera vattnets olika skalor och lager i landskapet. Vattenlagren analyseras genom grundvattenförhållande, yttlig avrinning, hur det samspelar med topografin och hur ofta ett område "översvämmas" i olika scenarier, etc. Det ger inte något exakt resultat eftersom att det inte finns ett konstant tillstånd men det ger en antydning om en tidvis rumslig utbredning, ett ramverk för det utbredningsområde inom vilket vatten ofta spelar.

Ett sätt att försöka konkretisera och göra detta mer mätbart är att dimensionera regnmängder efter scenarier baserat på nederbördsstatistik för klimatförändringar, som jag gör i detta arbete. Att dimensionera och designa för olika regnmängder ger en förståelse för inte en, utan flera verkligheter, hur ofta och till viken grad vattnet kan komma att ha en aktiv del som rumsskapande element och vilken funktion eller vilka krav vattnet då ställer på de landskapliga rummen. I denna process är det tydligt att vissa lokaliseringar i landskapet, inte minst i slutet av avrinningsområden, är oftare och mer vattenpräglade än andra på grund av sin lokalisering och funktion i avrinningskedjan. Det är viktigt att dessa planeras därefter för att kunna hantera en större flexibilitet framöver.

Jag har i arbetet varit tvungen att designa efter obestämda premisser, inte minst gällande Bäcklösabäcken, då det i dagsläget inte varit möjligt att beräkna dimensioner för flöden som kommer rinna igenom framöver. Detta har varit ohyggligt jobbigt under processens gång, delvis för att det är första gången jag arbetar inom ämnesområdet på detta sätt, men i efterhand inser jag att det också är just detta problematiken med anpassning till förändringar handlar om och är en av de stora poängerna i arbetet. Att vi inte vet, att vissa saker inte går att beskriva eller förutsäga med exakthet eftersom att det inte finns ett konstant eller naturligt tillstånd, och att vi därför måste lära oss just detta, att designa för osäkerhet, variation, flexibilitet och resiliens. I detta fall gällande hela spannet från inget till eventuellt

väldigt mycket vatten i ett bäckrum t.ex. Det är skönt att kunna ha en exakt siffra att luta sig mot, en slags livlina som gör det hela lite enklare att relatera till hur rätt eller fel gissningen egentligen är. Och när något blir fel går det alltid att hänvisa tillbaka och peka på siffran och hävda att "siffrorna säger ju detta". Säkert är det därför vi hela tiden återkommer till situationen, att försöka sätta mer eller mindre säkra och bestämda värden på variabler.

Paradoxalt nog har dimensioneringen av vatten också varit viktigt för min process inte minst för förståelsen för vattnets rumsliga utbredning i landskapet och vilka volymer det handlar om gällande exempelvis ett 10-årsregn, och har erbjudit riktlinjer att förhålla sig till i projektet. Samtidigt vet jag att det är viktigt att inte klamra sig fast för hårt vid dessa utan att tänja och utforska gränsdragningen. Det finns en balansgång i detta som är viktig att synliggöra, att vi inte vet utan att vi gör antaganden baserat på statistik och scenarier, och att vi ska veta att det är det vi gör och inte bestämmer en sanning, för det finns inte. Oavsett en framtagna dimension och följande draga gränslinjer i en design finns mycket att vinna på att bygga in en flexibilitet eftersom gränsdragningen, som sagt, inte är en enkel sanning. Som behandlats tidigare i arbetet kommer tillämpandet av gradienter istället för gränslinjer (hänvisning till Mathur & Da Cunha s.13) väl till pass här. Att bygga in gradienter, exempelvis i form av fuktbiotoper, terränger och landskap som både tar hand om vatten, klarar tillfällig översvämning och även att aldrig översvämmas, bygger in en flexibilitet som gör plats och rum för vatten i tidlig och rumslig förändring. En flexibilitet som tillåter tidvisa vattenlandskap.

3.2.4. LANDSKAPSARKITEKTENS ROLL

Efter hur jag tolkat situationen på Sweco tar Landskapsarkitekterna traditionellt sett vid efter ingenjörerna som utreder förutsättningarna för dagvattenhantering, lokaliserar och dimensionerar dagvattensystemen, tar fram riktlinjer för landskapsarkitekten att hålla sig till i gestaltningen. Det är för mig osäkert till vilken grad riktlinjerna kan kringgå eller modifieras. Kommer landskapsarkitekten in tidigare i processen, förstår vad

riktlinjerna baseras på, varför och hur de kan modifieras med syfte att fylla andra kriterier för gestaltningen, exempelvis gällande estetik, biologi, hydraulik, funktion och användning, etc. finns potential att uppnå mervärden och synergier. De tekniska premisserna verkar, i min åsikt, på ett sätt fränkopplat ett vidare perspektiv, som jag tycker en landskapsarkitekt representerar i sin roll, ofta beskriven som "spindeln i nätet". Detta arbete är ett första försök till detta, för att lyckas fullt ut hade dock mer kunskap och samarbete med andra yrkeskunniga behövts genom hela arbetets gång.

Jag tycker mig ändå se en trend som pekar mot att landskapsarkitekter både tar ett större ansvar för klimatanpassning och dagvattenhantering, och att vi gör detta i ett tidigare skede i arbetsprocessen. Istället delar vi mer och mer ansvar med ingenjörer och andra tekniskt, biologiska, hydrologiska, etc. kunniga (likt diskussionen kring Vatten i landskapet från s. 9). Vattenfrågor går från att vara en rent teknisk fråga mot en mer tvärvetenskaplig då vi inser att en mjukare ingenjörskonst och ett helhetsorienterat perspektiv behövs för att hantera utmaningar gällande dagvattenhantering då förståelsen för dess komplexitet får dem att integreras med andra områden i allt högre utsträckning. Om ett mer tvärvetenskapligt perspektiv tillämpas i stadsplanering, anpassning till klimatförändringar, biologisk mångfald, etc., finns större möjlighet att uppnå synergieffekter. Det tvärvetenskapliga perspektivet och samarbetet bör ske tidigare i processen för att potentiella synergier ska kunna fångas upp och integreras genom processens gång, inte att VA-ingenjörer alltid lämpar över ett par siffror landskapsarkitekten ska förhålla sig till. Vi har mycket att erbjuda varandra och det borde vi använda oss av.

Även om reningskapaciteten är störst i en ovalt formad damm med släntlutningar 1:2 och 1:5 så är det i princip helt meningslöst att vi bara bygger denna typ av dammar, det blir varken särskilt intressant ur estetiskt eller biologiskt mångfaldsperspektiv att bara applicera samma form över allt i landskapet. Genom att exempelvis studera Stahres och Dunnett & Claydens dagvattenkoncept (se s.21) samt Perssons hydrauliska effek-

tivisering av dammar (s.75) har jag identifierat ett par verktyg för hur jag som landskapsarkitekt kan arbeta med utformning och vegetation för att rena dagvattnet, inte bara ta vid en förutbestämd teknisk dimension att hålla mig till utan att använda platsens förutsättningar ur andra perspektiv. I idealfallet skulle jag självklart göra detta i ett tvärvetenskapligt samarbete där vi kan samtala och hitta lösningar, exempelvis genom vegetation, konstruktioner, osv. som både ökar säkerhetsaspekter (vanlig frågeställning och begränsande faktor) och ger större sociala och biologiska värden.

Att jag fokuserat starkt på de tekniska bitarna i arbetet, både vad gäller utredning och dimensionering, har gett mig en större insikt i vattenhydraulik och hur formgivning av vattenrum påverkar flödesenergi och -hastighet på Bäcklösabäcken, samt hur vattnets inboende morfodynamiska processer formar landskapet och vattenkvalitet genom olika renande funktioner i fördröjnings- och reningsdammarna. Att ha en övergripande koll på den tekniska grunden för formgivningen har varit viktig för min förståelse arbetet med vatten i landskap. Däremot märker jag att energin som lagts på detta har överskuggat den kreativa gestaltningsmässiga biten i arbetet, främst på grund av tidsbrist. Det har dock varit viktigt för att kunna identifiera verktyg för hur jag som landskapsarkitekt kan arbeta med dagvatten framöver, både vad gäller processen i sig, riktlinjer och enskilda komponenter i dagvattensystemen. Detta examensarbete har kanske varit mer givande för min egen läroprocess än arbetets faktiska resultat. Mer samarbete hade behövts med yrkesverksamma från andra ämnesområden för att kunna göra en fullständig design, det är i främst denna bit jag fastnat igen och igen, men jag ser det som en styrka att det är en av slutsatserna jag kommer fram till i detta arbete, att det är viktigt med ett tvärvetenskapligt samarbete vad gäller vattenrelaterade frågor och detta kommer jag kommer ha med mig då jag på ett eller annat sätt arbetar vidare med liknande projekt framöver.

3.2.5. REFLEKTION KRING GESTALTNINGEN

Att jag valt att dimensionera dammarna utifrån mindre dimensioner för permanent yta har att göra med att jag i processens gång märkt hur skrymmande denna

typ av vattenhantering är i landskapet, samt att jag inte fått någon riktlinje för reningen att förhålla mig till i arbetet från beställarens sida. Istället utforskar jag med hjälp av gestaltning, vertikalt som horisontellt, med av Persson (2007) föreslagna längd-bredd förhållanden, djupdelar, låga trösklar och silning samt vegetationens roll i det hela där fukt-, sump- vattenväxter i slänter och flytande våtmarksöar, öka den hydrauliska effektiviteten och reningskapaciteten i dammarna. Vilken total reningseffekt detta skulle ha på dagvattnet i dammarna reserverar jag mig dock för.

Dessa lösningar bidrar även till ekologiska och sociala aspekter och dammarna utgör komponenter i norra Sunnerstas vattenlandskap. I gestaltningen har jag tagit viss hänsyn till sociala värden, och tagit fram lösningar som har potential att utveckla sociala värden både i funktion, användning och utformning. Detta är något jag inte gått in i detalj på i gestaltningen utan kan snarare vara förslag på vidare utveckling av detta arbete. Vidare utveckling skulle till exempel kunna inkludera att ge utrymme åt odling på den bördiga marken, leka och utforska vattenlandskapet, pedagogik genom naturklassrum, utforskande av dagvattenlösningar för SLUs verksamheter i norra Sunnersta och längs med Bäcklösabäcken i större skala.

3.2.6. VÄXTVAL FÖR REGNBÄDDAR

Det råder viss oklarhet kring vilka ståndortsförhållanden som skapas i olika regnbäddar och regnträdgårdar och därav vilka premisser som ges gällande växtval. I de källor jag letat bland finns förespråkare för växter för torra, (Fridell & Jergmo, Sjöman & Slagstedt) fuktiga (Dunnett & Clayden) samt flertalet av de projekt jag studerat), och all typer av växter i dagvattenanläggningar och regnträdgårdar (vid dränering) (Florgård & Palm), vilket gör det svårt att veta vad jag ska hålla mig till i frågan. Många av de källor jag letat bland väljer växter för fuktiga förhållanden till dagvattenanläggningar, med tolerans för väta och syrefattighet samt viss torktålighet i sina anläggningar. Dunnett & Clayden skriver till exempel att det ofta är växter från fuktiga miljöer som är bättre på att hantera tidvisa översvämningar och torka som är bäst lämpade för regnträdgårdar.

Florgård & Palm skriver (1980) att alla typer av växter kan användas i regnbäddar om de dräneras och de mest nyligen publicerade källorna inom ämnet jag använder mig av Fridell & Jergmo (2015) samt Sjöman & Slagstedt (2015) beskriver att det snarare är växter för friska till torra förhållanden som ska väljas i regnbäddar, dock beroende på avvattningskonstruktion, men med tolerans för översvämning, vilket ger ännu en anledning att blicka mot växtlighet från översvämningsområden snarare än i anslutning till vattnet. Wellander (2015) skriver i sitt examensarbete att det snarare är viktigare att välja torktåliga växter till regnbäddskonstruktioner framför växtlighet från en naturligt fuktig eller blöt ståndort eftersom regnbäddarnas höga genomsläpplighet och låga vattenhållandeförmåga skapar torra ståndorter i nederbördsfria perioder. Absoluta merparten av de källor jag studerat väljer och rekommenderar ändå växter från fuktiga ståndorter vilket gör att jag i arbetet väljer att förhålla mig därtill.

I de studerade projekten beskrivs sällan eller aldrig avvattningskonstruktionerna, och aldrig i kombination med skapade ståndortsförhållanden vilket gör det svårt att sätta sig in i hur det hänger samman. Osäkerheten kring detta är tydligen inte något jag ensam erfart, även Wellander (2015) diskuterar att det finns en snårighet i att navigera i fältet gällande växtval i regnbäddar. Mer samlad tvärvetenskaplig kunskap kring detta efterfrågas.

4. REFERENSER

4.1. TRYCKTA KÄLLOR

Appelgren & Lanevi, 2010. *Lignoser i vattnets väg : vedartad vegetation i temporärt översvämmade ytor*. Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU Alnarp, Sveriges lantbruksuniversitet.

Dunnett, Nigel & Clayden, Andy. 2007. *Rain gardens - managing water sustainably in the garden and designed landscape*. 2007. Portland, Oregon.

Dunnett, Nigel & Hitchmough, James. 2004. *The dynamic landscape: design, ecology and management of naturalistic urban planting*. London: Spon press.

Eliasson, S. 2013. *Raingardens i staden- att välja rätt växter för tillfälligt torra och våta miljöer*. Examensarbete inom Landskapsingenjörsprogrammet. Institutionen för LTJ-fakulteten, SLU Alnarp.

Fors, L. 2015. *Urban regnskog, vatten & vegetation som designresurs*. Examensarbete i Landskapsarkitektur. Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten. Alnarp : Sveriges lantbruksuniversitet.

Fridell, K., Jergmo, F. 2015. *Regnbäddar - biofilter för behandling av dagvatten*. Movium fakta 2 2015. Sveriges lantbruksuniversitet.

FAWB. 2009. *Adoption guidelines for Stormwater Biofiltration Systems, Facility for Advancing Water Biofiltration*. Monash University. 2009.

Florgård, C. & Palm, R. (1980). *Vegetationen i dagvattenhanteringen*. Solna : Naturvårdsverket.

Jansson, M, Persson, A & Östman, L. 2013, *Hela staden- argument för en grönblå stadsbyggnad*, Stad & land nr 183. Malmö.

Jordbruksverket (1998) *Skötselhandbok för gårdens natur- och kulturvården*. Jönköping : Statens jordbruksverk, 1998.

Larsson, M.. 2010. *Vegetation för öppna dagvattenanläggningar användningsområden och utformning i en stad*. Kandidatarbete. Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp.

Mathur, A. & Da Cunha, D. 2009. *SOAK - Mumbain in an estuary*. Publisher Rupa & co.

Mathur, A. & Da Cunha, D. 2014. *Design in the terrain of water*. Research & Design Publishing, San Francisco, 2014

Persson, B. 1990. *Plats för regn*. Stad & Land nr 86. Alnarp. Movium och svenska vatten- och avloppsverkföreningens VAV FoU-projekt VA-FORSK.

Persson, J. 2007. *Dammars form : hydrauliska aspekter på anläggning av dammar*. Göteborg : Melica media.

Prominski, M., Stockman, A., Zeller, S., Stimberg, D., Voermanek, H. 2011. *River, space, design : planning strategies, methods and projects for urban streams*. 2 vol. Basel : Birkhauser Architecture.

Påhlson, L., 1998. *Vegetationstyper i Norden*. Nordisk ministerråd.

Sjöman, H. & Slagstedt, J. 2015. *Träd i urbana landskap*. Lund: Studentlitteratur AB.

Stahre, P. 2004. *En långsiktigt hållbar dagvattenhantering*. Svenskt vatten. Klippan.

Sunnersta Egnahemsförening, Jägerstad, M., Persson, E., Renborg, U., Rosén, K & Rönnblom, A. 1987. *Sunnersta - från istid till nutid*. Uppsala : Sunnersta egnahemsförening.

Svenskt vatten. 2016. *P110 - Avledning av dag-, drän- och spillvatten*.

Svenskt vatten. 2011. *P105 - Hållbar dag- och dränvattenhantering - råd vid planering och utförande*.

Upplandsmuseet & Karavan Landskapsarkitekter, 2014. *Kulturhistorisk utredning, Dag Hammarskjöldsstråket, Bondkyrko socken, Uppsala kommun*.

Watson, D, Adams, M, C. 2011. *Design for flooding : architecture, landscape and urban design for resilience to flooding and climate change*. Hoboken, N.J. : John Wiley and Sons

Wellander, Å. 2015. *Systembeskrivning av regnbäddar - Från ståndort till växtfysiologiska och morfologiska egenskaper*. Examensarbete i Landskapsarkitektur. SLU. Institutionen för ekonomi. Alnarp : Sveriges lantbruksuniversitet.

Wingren, C., Alsanius, B., Karlén, H., Lidström, V. *Urbana nyanser av grönt. Om grönskans roll i en förtätad klimatsmart stad*. Stad & Land nr 187 . Utgivare: Movium Tryck: Taberg Media Group, TMG Taberg AB, Taberg 2015.

4.2. ELEKTRONISKA KÄLLOR

Boverket, 2010a, *Mångfunktionella ytor - Klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö i städer och tätorter genom grönstruktur*. Online: http://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2010/mangfunktionella_ytor.pdf (Hämtad:2015-02-12)

Boverket, 2010b, *Låt staden grönska - Klimatanpassning genom grönstruktur*. Online. Tillgänglig: <http://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2010/lat-staden-gronska.pdf> (Hämtad:2015-02-12)

Dagvattenguiden. *Dagvatten - en utmaning för kommunernas vattenplanering*. Online. Tillgänglig: <http://dagvattenguiden.se/wp-content/uploads/2013/10/DVseminarium-Usala-131003.pdf> (Hämtad:2015-02-18)

Ekologgruppen. *Åmansboken*. Online. Tillgänglig: <http://blog.saxan-braan.se/wp-content/uploads/2015/amans/default.htm> (Hämtad:2015-09-20)

Feuerbach, P. och Strand, J. *Vatten och mångfald i*

jordbrukslandskapet. Online. Tillgänglig: http://www.wetlands.se/pdfzip/Vatten_och_mangfald.pdf (Hämtad: 2015-03-14)

Gaunitz, P. 2011. *Vi tål översvämning*. Peter Gaunitz trädgårdsblogg *Utan stängsel*. Online. Tillgänglig: <http://petergaunitz.blogspot.se/2011/11/vi-tal-oversvamning.html>. (Hämtad 2015-08-20)

IPCC, 2014, *Fifth Assessment Report* (AR5). Online. Tillgänglig: <http://www.ipcc.ch> (Hämtad: 2015-09-20)

Klimatanpassning. *Nederbörd*. Online. Tillgänglig: <http://klimatanpassning.se/hur-forandras-klimatet/nederbord-information-1.22490> (Hämtad: 2015-01-30)

Klimatanpassning. *Kraftig nederbörd*. Online. tillgänglig: <http://klimatanpassning.se/hur-forandras-klimatet/nederbord/kraftig-nederbord-1.21297>). Publicerad 4 april 2012. Uppdaterad 23 april 2014. (Hämtad: 2015-01-30)

Larm, T. Sweco. 2011. *Generella metoder för dimensionering av dammar och våtmarker samt allmänt om riktlinjer för rening av dagvatten*. Online. Tillgänglig: http://stormtac.com/admin/Uploads/PM%202011_Generella%20dimensioneringsmetoder%20for%20dammar%20och%20vatmarker%20samt%20riktlinjer%20for%20rening.pdf (Hämtad: 2015-11-30)

Länsstyrelsen. *Beräkningar i ett förändrat klimat*. Online. Tillgänglig: <http://www.lansstyrelsen.se/uppsala/Sv/miljo-och-klimat/klimat-och-energi/klimatanpassning/klimatforandringen-i-uppsala-lan/berakningar-av-ett-forandrat-klimat/Pages/default.aspx> (Hämtad: 2015-02-15)

Länsstyrelsen. *Klimatanpassning i fysisk planering*. Online. Tillgänglig: <http://www.lansstyrelsen.se/UPPSALA/SV/MILJO-OCH-KLIMAT/KLIMAT-OCH-ENERGI/KLIMATANPASSNING/KLIMATANPASSNING-I-FYSSISK-PLANERING/Pages/default.aspx> (Hämtad: 2015-02-30)

Länsstyrelsen i Norrbotten. *Ordlista för vattenförvaltningen*. Online. Tillgänglig: <http://www.lansstyrelsen.se/norrbotten/Sv/miljo-och-klimat/vatten-och-vattenanvandning/vattenforvaltning/underlag-atgardsprogram/ordlista/Pages/default.aspx>. (Hämtad: 2016-03-17)

Länsstyrelsen. *Översvämningsdirektivet*. Online. Tillgänglig: <http://www.lansstyrelsen.se/uppsala/Sv/manniska-och-samhalle/krisberedskap/oversvamningsdirektivet/Pages/default.aspx> (Hämtad: 2015-02-30)

Länsstyrelsen. 2013. *Risk och sårbarhetsanalys för Uppsala län*. Online. Tillgänglig: <http://www.lansstyrelsen.se/uppsala/SiteCollectionDocuments/Sv/publikationer/2013/rsa-uppsala-lan-2013.pdf> (Hämtad: 2015-03-14)

Mathur, A. & Da Cunha, D., 2013. *Rain Terrain*. Online. Tillgänglig: <https://vimeo.com/terrainofwater>. Video från symposium på konferens "Design in the terrain of water". 2011. Penn university. (Hämtad: 2015-04-28)

Miljø Metropolen. *Cloudburst management plan*. Online. Tillgänglig: http://en.klimatilpasning.dk/media/665626/cph_-_cloudburst_management_plan.pdf (Hämtad: 2015-09-27)

Miljömålen. *Miljömålen*. Online. Tillgänglig: www.miljonmalen.se (Hämtad: 2015-04-20)

Movium Plantarum. Elektronisk växtdatabas. Movium. Sveriges lantbruksuniversitet. (Hämtad: 2015-12-12)

Nationalencyklopedin. Biotop. Online. Tillgänglig: <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/biotop> (Hämtad: 2015-05-10)

Naturhistoriska riksmuseet, Den virtuella floran. Online. Tillgänglig: <http://www.inneaus.nrm.se/> (Hämtad: 2015-12-12)

Naturvårdsverket. *Våtmarkskonventionen*. Online. Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/EU-och-internationellt/Internatio>

nellt-miljoarbete/miljokonventioner/Vatmarkskonventionen/ (Hämtad: 2015-02-30)

Naturvårdsverket & Fiskeriverket. 2008. *Ekologisk restaurering av vattendrag*. Red: Degerman E. Online. Tillgänglig: http://www.slu.se/Documents/externwebben/akvatiska-resurser/Sidan%20Publikationer/Ekologisk%20restaurering%20av%20vattendrag/Ekologisk%20restaurering%20av%20vattendrag_web.pdf (Hämtad: 2015-03-14)

SMHI - Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. *Avrinningsområde*. Online. Tillgänglig: <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/avrinningsomrade-1.6704> (Hämtad: 2016-03-17)

UNT, Uppsala Nya Tidning. *Hur utformas södra staden?* Online. Tillgänglig: <http://www.unt.se/uppland/uppsala/hur-utformas-sodra-staden-3507458.aspx>. Publicerad: 2014-12-13. (Hämtad: 2015-01-30)

Uppsala Kommun, 2010, *Översiktsplan*. Online. Tillgänglig: <https://www.uppsala.se/oversiktsplan>. (Hämtad: 2015-01-30)

Uppsala kommun, 2010b. *Plankarta 1*. Online. Tillgänglig: <https://www.uppsala.se/contentassets/6cb-c31e4e45f47c1b74f2c9d7c142274/parkplan-plankarta1-kvartersparker-stadsdelsparker-smaparker.pdf> (Hämtad: 2015-01-30)

Uppsala kommun. 2015. *Södra staden*. Online. tillgänglig: <http://bygg.uppsala.se/planerade-omraden/sodrastaden/> (Hämtad: 2015-07-30)

Uppsala kommun. *Områdesfakta*. Online. Tillgänglig: <https://www.uppsala.se/contentassets/f09f9e6b994f-41408c66064a2da8470b/befolkningsstatistik-uppsala-kommun-omradesfakta.pdf>

Uppsala länstrafik. Online. Tillgänglig: www.ul.se (Hämtad: 2015-01-30)

Uppsala vatten och avfall AB & Uppsala kommun.

2014. *Dagvattenprogram för Uppsala kommun*. On-line. Tillgänglig: <https://www.uppsala.se/contentassets/17d81dfe863e41fb930412214d07ce07/dagvattenprogram.pdf> (Hämtad: 2015-01-30)

Vegtech. *Flytande våtmark*. Online. Tillgänglig: <http://www.vegtech.se/vattenmiljoer/flytande-vatmark/> (Hämtad: 2015-11-14)

VISS- Vatteninformationssystem. Länsstyrelsen. Online. Tillgänglig: www.viss.lansstyrelse.se. (Hämtad: 2015-02-18)

Wikipedia: *Sunnersta*. Online. Tillgänglig: <https://sv.wikipedia.org/wiki/Sunnersta> (Hämtad: (2015-03-10)

WWF. *Våtmarksstrategi*. Online. Tillgänglig: <http://www.wwf.se/source.php/1119448/vatmarksstrategi2005.pdf> (Hämtad: 2015-11-14)

4.3. OPUBLICERAT MATERIAL

Hammer, M. 1989, *Våtmarkskompendie*. Opublicerat manuskript. Kurskompendie till kursen Dynamic vegetation design. 2015 på SLU Alnarp.

Sweco. 2011. *Hydroteknisk utredning av Bäck-lösabäckens kondition och avbördningskapacitet*. Opublicerat manuskript. Sweco Uppsala, på uppdrag av Uppsala Vatten och Avfall AB.

Sweco. 2014. *Motivering och idéer bakom föreslagen exploatering*. Projektområde Sunnersta. Opublicerat manuskript. Sweco.

WSP. 2014. *Rapport: Dagvattenutredning för Södra staden. Underlag för strategiskt program inkl. bilagor*. Stockholm. Opublicerat manuskript. WSP.

4.4. MUNTliga KÄLLOR

Ahlgren, S. Uppsala Vatten & Avfall, E-mail. (2015-03-11)

Ekholm, K. Uppsala Vatten & Avfall, Muntligen (2015-03-20)

Wahlström, M. Sweco. Muntligen. (2015-03-10)

Nilsson, J. Student SLU Alnarp, exjobbare på WSP/Gatukontoret Malmö. E-mail. (2016-03-06)

Persson, J. SLU Alnarp. Muntligen. (2016-01-14)

Persson, I. Sweco Uppsala. Muntligen (2015-03-11)

Wellander, Å. Norconsult. E-mail. (2016-03-05)

4.5. FÖRELÄSNINGAR

Backhaus, A. (2013-09-09). *Quality in SUDS-design*. Kurs Urban Ecosystems - Structures, functions and design. Köpenhamns Universitet.

Bockhorn, B. (2013-09-09). *Water movement in soils*. Kurs Urban Ecosystems - Structures functions and design, 2013. PhD. Köpenhamns universitet.

Fjendbo Møller, L. (2013-09-18). *Green Roofs water management and other ecosystem services*. Section of Landscape Architecture and Planning. Kursen Urban Ecosystems - Structures functions and design. Köpenhamns Universitet.

Leonardsen, L. (2013-09-23). *Turning problems into opportunities - adaptation in Copenhagen*. Köpenhamns Kommune.

Nyerup Nielsen, (2013-09-18) *Climate adaptation in living cities integrated modelling*. Head of dept., urban water planning and climate adaptation (Ramböll & Atelier Dreiseitl)

Persson, J (2014-05-13). *Stormwater retention ponds principle and design*. Kurs: Dynamic vegetation design, 2013, SLU Alnarp.

Wang, Y. (2013-09-16) *Evapotranspiration and water use in relation to urban vegetation* Department of Plant and Environmental Sciences. Köpenhamns universitet.

4.6. KARTOR

Avrinningsområdesgräns. GIS-analys baserad på topografisk karta från Uppsala kommun. Jordartskarta. SGU. (id:jord250_8Bx2I90L36)

Fyrisåns avrinningsområde. SMHI:s vattenwebb. On-line. Tillgänglig: <http://vattenwebb.smhi.se/modelarea/> Hämtad: 2015-03-23)

Grundvattenförekomst. SGU. (id: hmag_L5bSymC2Dv) Tillgänglig: <http://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-grundvattenmagasin-sv.html>

Grön- och blåstruktur, samt stadsdelsanalys. Baserade på Uppsala kommuns plankarta 1f, *Mark- och vattenanvändning*. Online. Tillgänglig: <https://www.uppsala.se/contentassets/886fdc4d05614bcba-2fa6191580c725f/op-plankartor.pdf> (Hämtad: 2015-01-20)

Ortofoto. Lantmäteriet. Ortofoto nr. 15033006. Copyright Lantmäteriet.

Strukturkarta över projektområdet. Sweco. (Fått: 2015-01-20)

Topografi. Baserat på CAD-fil från Uppsala Kommun.

Ytavrinning. WSP. 2014. Rapport: Dagvattenutredning för Södra staden. Underlag för strategiskt program inkl. bilagor. Bilaga 1.

Ytavrinning och flödesvägar. ArcGIS-analys baserad på topografisk information från Uppsala kommun.

Översvämningskartering. DHI för MSB- myndigheten för samhällsskydd och beredskap. 2013. Översvämningskartering utmed Fyrisån. Med detaljerad översvämningskartering för det identifierade området med betydande översvämningsrisk, Uppsala-området Bilaga 3. Analys bearbetad från grundmaterial och visar 50-årsflöde, 100-årsflöde och högsta flöde.

4.7. FIGURER

Figur 1 s.3. Illustration över hydrologiska processer. Av författaren efter Florgård & Palm (1980, s.11)

Figur 2. s.5. Kartor över framtida temperaturer och nederbörd baserat på olika klimatscenarier. IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Online.

Figur 3. s.17. Lokalisering av norra Sunnersta i ett principiellt avrinningsområde. Tolkat av författaren från Prominski et al. 2011.

Figur 4. s.18. Avrinningsområde till aktuell del av Fyrisån. Av författaren tolkat från SMHI:s vattenwebb (Online).

Figur 5. s.20. Vattenbalans i olika typer av landskap. Illustration av författaren baserat på Dunnnett (2007, s.34)
Figur 6. s.22. Olika typer av öppna dagvattenlösningar: LOD, fördröjning nära källan, trög avledning och samlad fördröjning. Illustration av författaren från Svenskt vatten (P105, 2011, s.13)

Figur 7. s.23. Exempel på olika typer av dagvattenkoncept som utgör komponenter i dagvattenkedjan. koncepten är uppdelade efter de olika typderna av öppna dagvattenanläggningar (Stahre, 2004): LOD, fördröjning nära källan, trög avledning och samlad fördröjning. Illustration av författaren.

Figur 8. s.29. Fuktbiotoper- zoner. Illustration av författaren efter Dunnnett & Clayden (2007, s.169).

Figur 9. s.34. Illustration av vertikal och horisontell flödesfluktuation i ett vattendrag. Av författaren efter Prominski et al. (2011).

Figur 10. s.35. Morfodynamiska processer i ett vattendrag. Illustration av författaren efter Prominski et al. (2011).

Figur 11. s.36. Processbegränsningar i ett vattendrag. Illustration av författaren efter Prominsky et al. (2011).

s.32)

Figur 12. s.37. Vattendrag med olika satta processbegränsningar ger olika typer av vattenlandskap. Illustration av författaren efter Prominski et al. (2011).

Figur 13a. *Jordbrukstekniska föreningen samlad på Lantbrukshögskolan, Uppsala september 1946.* (Fotografi) Tillgänglig: <http://digitaltmuseum.se/011014028720?page=9&query=ultuna&pos=201>

Figur 13b. Plöjningstävlan, SM, Ultuna, Uppsala 1947. (Fotografi) Identifikationsnummer: 011015373540. Tillgänglig: <http://digitaltmuseum.se/011015373540?page=2&query=ultuna&pos=45>

Figur 13c. Premiering av baggar, Ultuna, Uppsala 1947. (Fotografi) Tillgänglig: <http://digitaltmuseum.se/021015486029?page=3&query=ultuna&pos=52>

Figur 13d. Vattendrag - Lantbrukshögskolan, Ultuna, Uppsala april 1942. (Fotografi). Identifikationsnummer: 011015367841. Foto i originalutförande. Foto: Lantbrukshögskolan. Tillgänglig: <http://digitaltmuseum.se/011015367841?page=2&query=ultuna&pos=30>

Figur 13e. Spårvagn nr 31 på en järnvägsbro utförd av ingenjör Ångström mellan Ultuna och Sunnersta, Uppsala augusti 1928 Upplands museum. Foto i originalutförande. Identifikationsnummer: 011013992582. Tillgänglig: <http://digitaltmuseum.se/011013992582?query=spårväg&pos=34>. (Hämtad: 2015-12-20)

Figur 14a. s.41. Karta. Ultuna ägomätning från 1861. (Upplandsmuseet och Karavan Landskapsarkitekter, 2014)

Figur 14b. s.41. Karta över Ultuna 1949 från den kulturhistoriska utredningen (Upplandsmuseet och Karavan landskapsarkitekter, 2014).

Figur 15. s.44. Illustration över projektområdets lokalisering och kringliggande stadsdelar. Illustration av

författaren.

Figur 16. s.47. Karta över Södra stadenområdet. (Uppsala kommun, 2015, Online)

Figur 17. s.86 Skuggstudie 25 juni kl 09.00, 13.00, & 17.00. Illustration av författaren.

Figur 18. s.88. Principutformning av regnbädd med vattenlås. Bearbetad av författaren efter Fridell & Jergmo, (2015). Regnbädden kan också göras nedsänkt, som i bostadsgården.

Figur 19. s.93. Strategier för tillgänglighetsanpassad inredning i ett dynamiskt vattenlandskap. 1) Anpassning via tolerans för översvämning. 2) Anpassning till en högre vattennivå. 3) Anpassning genom flexibel nivå i bäckrummet. Illustration av författaren efter Prominski et al. (2011).

Figur 20. s.93. Möta vatten. Principer för att möta vatten i bäckrummet. Illustration av författaren.

